

Análise de viabilidade de uma cadeia de produto para óleos lubrificantes regenerados

Aplicação a uma Pequena – Média Empresa

Andreia Filipa Guedes Almeida

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Orientador: Professora Dra. Maria Teresa Ferreira Cardoso

Júri:

Presidente: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora Catedrática do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Teresa Marques Ferreira da Cunha Cardoso, Professora Catedrática do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Doutor António José Guerreiro de Brito, Professor Associado com agregação do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Foram muitos os que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desse trabalho, e me ajudaram a cumprir os meus objetivos e a realizar mais esta etapa da minha formação académica. Desta forma gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos, em especial:

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Teresa Ferreira Cardoso, pela atenção, orientação, dedicação, disponibilidade e conselhos.

À Professora Doutora Elizabeth Duarte, atualmente responsável pelo Mestrado de Engenharia do Ambiente no Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, pela oportunidade e privilégio que tive em frequentar este Mestrado que muito contribuiu para o enriquecimento da minha formação académica e científica, assim como pela dedicação e excelente orientação ao longo curso.

Ao Engenheiro Victor Pereira pela sua disponibilidade e incansável colaboração e também pelo seu incentivo neste trabalho de investigação.

Ao Engenheiro João Craveiro e Engenheiro Hélder Fernandes pelo apoio demonstrado ao longo da elaboração da presente tese.

Às empresas que gentilmente cederam dados extremamente relevantes para a elaboração da presente tese.

À minha Família, em especial aos meus Pais, um enorme obrigada por acreditarem sempre em mim e naquilo que faço e por todos os ensinamentos de vida. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem. A eles, dedico todo este trabalho.

Ao Hugo, um agradecimento especial pelo apoio e carinho diários, pelas palavras doces e pela transmissão de confiança e de força, em todos os momentos. Por tudo, a minha enorme gratidão.

Aos colegas de trabalho, um muito obrigada pela vossa amizade, companheirismo, ajuda e principalmente por acreditarem na importância que a aplicabilidade prática desta tese poderá ter no âmbito da nossa vida profissional, permitindo que cada dia fosse encarado com particular motivação.

Resumo

A utilização de óleos lubrificantes regenerados é ainda uma temática sensível no atual contexto económico.

É objeto desta tese a análise das potencialidades técnicas, económicas e ambientais da utilização de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional. Pretende-se analisar e expor as potenciais mais-valias do desenvolvimento industrial e tecnológico neste sector, identificando as oportunidades no mercado nacional para a produção e exportação de óleo lubrificante regenerado.

Assim, com base numa extensa pesquisa bibliográfica e recolha de dados reais, foram propostos três cenários. O primeiro cenário refere-se à utilização exclusiva de óleos lubrificantes novos, com origem em recursos não renováveis na indústria nacional; no segundo cenário simula-se a utilização exclusiva de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional e por fim, no terceiro cenário pretendeu-se testar a implementação faseada de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional. Estes cenários foram analisados tendo em conta indicadores comuns e a realidade industrial.

Ponderando os resultados desta análise, demonstrou-se que é possível combinar a inovação sustentável com geração de riqueza e preservação ambiental, contribuindo para a criação de empresas eco eficientes capazes de manter ou aumentar os níveis de produção utilizando menos recursos, fazendo menos emissões e menos desperdício, utilizando matéria-prima alternativa e tecnologias mais eficientes e limpas.

Palavras – Chave

Lubrificantes Regenerados, Gestão de Resíduos, Impacte Ambiental, Sustentabilidade, Inovação.

Abstract

The use of regenerated lubricant oils is still a sensible theme in the current economical context.

The object of this thesis is the analysis of the technical, economic and environmental potential of the use of regenerated lubricant oils in the national industry. It is intended to analyze and show the potential gains of the industrial and technological development in this sector, while identifying the opportunities in the national market for the production and exportation of regenerated lubricant oils.

Therefore, based on an extensive bibliographic research and the collection of data, three scenarios were proposed. The first scenario is about the exclusive use of new lubricant oils, produced nationally using non-renewable resources. In the second scenario, the use of only regenerated lubricant oils is simulated and finally, the third scenario aims to test the phased deployment of regenerated lubricant oil in the national industry. The analysis and comparison of this scenarios took into account adequate indicators based on the industrial reality.

After the discussion of the results of the analysis, it was proved that it is possible to combine sustainable innovation with wealth generation and environmental preservation. This is a major contribution to the creation of eco-efficient companies that maintain or even increase production using less resources, emitting less and with less waste, using alternative raw materials and clean technologies aimed for efficiency.

Keywords

Regenerated lubricants, Waste management, Environmental impact, Sustainability, Innovation.

Índice

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Introdução..... | 1 |
| 1.1 | Objetivos..... | 2 |
| 2. | Caracterização do mercado e dos óleos lubrificantes | 3 |
| 2.1 | Caracterização de óleos lubrificantes | 3 |
| 2.1.1 | Tipos de Lubrificantes, Óleos Base e Aditivos | 3 |
| 2.1.2 | Principais propriedades físicas dos lubrificantes..... | 9 |
| 2.2 | Mercado nacional e internacional de lubrificantes | 14 |
| 2.2.1 | Consumo de óleos lubrificantes novos..... | 14 |
| 2.2.2 | Consumo de óleos lubrificantes regenerados | 21 |
| 2.2.2 | Case Study – Aplicação de óleo lubrificante regenerado na Barragem Hidroelétrica de Itaipu Binacional | 23 |
| 2.3 | Técnicas de tratamento e valorização de óleos usados | 27 |
| 2.3.1 | Reutilização | 30 |
| 2.3.2 | Regeneração | 30 |
| 2.3.3 | Valorização energética | 32 |
| 2.4 | Análise Ambiental | 35 |
| 2.4.1 | Regeneração vs. Produção Primária..... | 35 |
| 2.4.2 | Regeneração vs. Incineração..... | 36 |
| 2.5 | Empresas em Portugal de gestão e tratamento de óleo lubrificante usado | 38 |
| 2.5.1 | Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda SOGILUB | 39 |
| 2.5.2 | Enviroil..... | 47 |
| 2.6 | Legislação relativa à reciclagem de óleo usados..... | 50 |
| 2.6.1 | Legislação da UE..... | 50 |
| 2.6.2 | Legislação Portuguesa | 52 |
| 3. | Análise técnica | 58 |
| 3.1 | Cenário 1: Utilização de lubrificantes com origem em recursos não renováveis no mercado industrial nacional..... | 59 |
| 3.2 | Cenário 2: Utilização de óleos lubrificantes regenerados no mercado industrial nacional ... | 61 |
| 3.3 | Cenário 3 : Implementação faseada de lubrificantes regenerados no mercado industrial nacional | 63 |
| 4. | Discussão de resultados | 66 |
| 5. | Conclusão..... | 70 |
| 6. | Bibliografia | 72 |

Lista de Tabelas

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Principais diferenças entre óleos e massas lubrificantes. <i>Fonte: [31]</i> | 5 |
| Tabela 2 - Características dos aditivos consoante os componentes. <i>Fonte: [31]</i> | 8 |
| Tabela 3 - Aplicação dos lubrificantes consoante a sua viscosidade. <i>Fonte: [31]</i> | 9 |
| Tabela 4 - Ponto de Gota para os vários espessantes que podem incorporar uma massa lubrificante. <i>Fonte: [32]</i> | 10 |
| Tabela 5 - Vendas de Lubrificantes (ton) em Portugal entre 2004 e 2014. <i>Fonte: [34]</i> | 15 |
| Tabela 6 - Consumo de Lubrificantes entre 2004-2009. <i>Fonte: [30]</i> | 17 |
| Tabela 7 - Teste-t: duas amostras presumindo Variâncias diferentes do ensaio DBPC. <i>Fonte: [19]</i> ... | 24 |
| Tabela 8 - Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes do ensaio RBOT. <i>Fonte: [19]</i> ... | 25 |
| Tabela 9 - Principais contaminantes dos óleos usados e sua origem. <i>Fonte: [20]</i> | 27 |
| Tabela 10 - Estrutura de recolha e tratamento de óleos usados da SOGILUB em Portugal. <i>Fonte: [13]</i> | 43 |
| Tabela 11- Análises de 2014 fora das especificações. <i>Fonte [13]</i> | 45 |
| Tabela 12 - Fluxo de massas no SIGOU. <i>Fonte [13]</i> | 46 |
| Tabela 13 – Destinos finais de óleos lubrificantes usados. <i>Fonte [13]</i> | 46 |
| Tabela 14 - Diretivas Europeias relativas à gestão dos óleos usados. | 50 |
| Tabela 15 - Preços de tabela de vários tipos de lubrificantes com origem em recursos não renováveis e estimativa do seu custo anual. <i>Fonte: Baseado em preços de catálogo de Major Players neste sector.</i> | 59 |
| Tabela 16 - Preços de tabela de vários tipos de lubrificantes regenerados e estimativa do seu custo anual. <i>Fonte: Baseado em orçamentos dados por empresas produtoras de óleos lubrificantes regenerados.</i> | 61 |
| Tabela 17 - Comparação entre os preços de tabela dos vários tipos de lubrificantes regenerados e os preços de tabela dos lubrificantes com origem em recursos não renováveis. | 63 |
| Tabela 18 - Comparação das estimativas de custos anuais e uma estimativa da poupança efetiva usando lubrificantes regenerados para o produto E. | 64 |
| Tabela 19 - Propriedades físicas do Produto E (lubrificante de origem em recursos não renováveis). <i>Fonte: Ficha técnica do Lubrificante E</i> | 64 |
| Tabela 20 - Propriedades físicas do Produto E (lubrificante regenerado). <i>Fonte: Ficha técnica do Lubrificante Regenerado E</i> | 64 |
| Tabela 21 - Resumo dos custos anuais nos três cenários propostos e comparação dos três cenários mostrando as potenciais poupanças. | 68 |
| Tabela 22 - Matriz resumo da discussão de resultados para os três cenários..... | 69 |

Lista de figuras

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Composição da Massa Lubrificante. <i>Fonte: [32]</i> | 4 |
| Figura 2 - Escala para classificação da cor do óleo. <i>Fonte: [32]</i> | 12 |
| Figura 3 - Óleos novos colocados no mercado nacional em 2014. <i>Fonte: [13]</i> | 14 |
| Figura 4 - Distribuição no mercado nacional de acordo com o tipo de óleos lubrificantes em 2014. <i>Fonte: [34]</i> | 15 |
| Figura 5 - Evolução das vendas de Lubrificantes (ton) em Portugal de 2004-2014. <i>Fonte: [34]</i> | 16 |
| Figura 6 - Comparação de consumo de óleo de motor entre a UE e Estados Unidos da América desde 1979 a 2009. <i>Fonte: [30]</i> | 17 |
| Figura 7 - Comparação de consumo de óleo de motor por setores entre a UE e Estados Unidos da América. <i>Fonte: [30]</i> | 18 |
| Figura 8 - Evolução comparativa do nº veículos/consumo combustível/ consumo lubrificantes entre 1979 e 2010. <i>Fonte: [30]</i> | 18 |
| Figura 9 - Estratificação do Consumo de Lubrificantes Automóveis em 2010. <i>Fonte: [30]</i> | 19 |
| Figura 10 - Estratificação do Consumo de Lubrificantes Industriais em 2010. <i>Fonte: [30]</i> | 19 |
| Figura 11 - Capacidade de Produção de óleos base em 2010 por toda a Europa. <i>Fonte: [30]</i> | 20 |
| Figura 12 - Consumo e Exportação de Lubrificantes na UE entre 1979 e 2009. <i>Fonte: [30]</i> | 20 |
| Figura 13 - Capacidade de regeneração de óleos usados em alguns países - Panorama Europeu. <i>Fonte: [20]</i> | 21 |
| Figura 14 - Efeito da regeneração no parâmetro DBPC na unidade 09. <i>Fonte: [19]</i> | 25 |
| Figura 15 - Efeito da regeneração no parâmetro RBOT na unidade 09. <i>Fonte: [19]</i> | 26 |
| Figura 16 - Composição Média de um óleo usado. <i>Fonte: [21]</i> | 27 |
| Figura 17 - Evolução da legislação quanto à hierarquia de operações de gestão de óleos usados. <i>Fonte: [20]</i> | 28 |
| Figura 18 - Processo de tratamento de óleos usados. <i>Fonte: [23]</i> | 29 |
| Figura 19 - Visão geral dos impactes ambientais de regeneração vs produção primária. <i>Fonte: [33]</i> . 35 | |
| Figura 20 - Nível de impacte ambiental quando são substituídos os combustíveis tradicionais nos fornos de cimenteiras por óleo usado, comparando-os com os impactes ambientais causados pela regeneração de óleos usados. <i>Fonte: [33]</i> | 36 |
| Figura 21 - Associados e interlocutores da SOGILUB. <i>Fonte: [22]</i> | 40 |
| Figura 22 - Esquema de funcionamento do SIGOU. <i>Fonte: [22]</i> | 41 |
| Figura 23 - Controlo analítico do óleo usado desde a colheita da amostra até ao seu envio para pré-tratamento. <i>Fonte: [22]</i> | 44 |
| Figura 24 – Toneladas de óleos lubrificantes usados recolhidos e seu respectivo destino final entre os anos de 2006 e 2014. <i>Fonte: [22]</i> | 45 |
| Figura 25 - Fluxograma representativo do processo de regeneração de óleos usados na Envirol. <i>Fonte: [20]</i> | 48 |
| Figura 26 - Ciclo de Vida dos Lubrificantes. <i>Fonte: [21]</i> | 49 |

Lista de abreviaturas

ANR - Autoridade Nacional dos Resíduos

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

APETRO – Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas

API - American Petroleum Institute

ARR - Autoridades Regionais dos Resíduos

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

CCDR - Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CEE – Comunidade Económica Europeia

CIRVER - Centros Integrados de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos

DBPC – Teste laboratorial Dibutil Para-Cresol

GNR - Guarda Nacional Republicana

HAP's - Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

IFEU - Institute for Energy and Environmental Research

IGAMAOT - Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

IMTT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

ISO – International Organization for Standardization

NLGI – National Lubricating Grease Institute.

PCB's – Bifenilpoliclorados

PDA - Processo de *de-asphalting* com propano

PROLUB - Projeto de Lubrificação Planeada

PrON - Produtores de óleos novos

PrOU - produtores

PSP - Polícia de Segurança Pública

PTFE – Politetrafluoretileno

RBOT – Teste laboratorial de Estabilidade à oxidação por bomba rotatória e demulsibilidade

SAE - Society of Automotive Engineers

SEPNA - Serviços de Proteção da Natureza e do Ambiente

SI – Sistema Internacional

SIGOU - Sistema integrado de gestão de óleos usados

SIRER - Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos

SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda

SR – Segundos Redwood

SSU – Segundos Saybalt Universais

UNIOIL - Associação Portuguesa das Empresas Gestoras e Recicladoras de Óleos Usados

UE – União Europeia

1. Introdução

Existem no mundo atual alguns produtos dos quais não podemos prescindir para continuarmos a manter os nossos padrões de vida e de conforto.

Arriscamo-nos a dizer que os lubrificantes são um desses produtos e, sem eles, passe a metáfora, o mundo acabaria por parar. De facto, é imensa e diversa a quantidade de máquinas e equipamentos que utilizam lubrificantes e dos quais dependemos no nosso dia-a-dia. Basta pensarmos que o movimento relativo entre quaisquer duas superfícies metálicas em contacto seria impossível, ou extremamente difícil, sem um elemento lubrificante.

O uso de óleos lubrificantes novos origina uma quantidade de óleos lubrificantes usados inferior à que lhe deu origem, uma vez que parte dos óleos lubrificantes se consome por combustão ou se perde por fugas dos equipamentos. Independentemente da quantidade de óleo lubrificante usado que é gerada é importante salientar que estes são resíduos considerados perigosos devido às propriedades e às impurezas que apresentam.

Quando lançados no meio ambiente, contaminam os solos e poluem os meios recetores hídricos, quer subterrâneos, quer superficiais cobrindo a superfície de água e formando uma fina película que impede a oxigenação e origina a morte por asfixia dos peixes e plantas. Quando queimados, provocam a libertação de substâncias tóxicas (como os Bifenilpoliclorados (PCB)) e metais pesados.

Torna-se então crucial recolher a maior quantidade possível deste resíduo, de forma a evitar a contaminação do ambiente e a aproveitar o elevado potencial de recuperação deste resíduo. É necessária uma gestão adequada de forma a minimizar os danos causados no ambiente.

Atualmente já é possível, recuperar e reutilizar o óleo lubrificante usado. Quando recolhido e reciclado, recupera as suas características originais e pode retornar à cadeia produtiva, sofrendo apenas as perdas inerentes ao novo processamento do produto.

A presente tese pretende não só dar a conhecer aspetos essenciais do ciclo de vida dos óleos lubrificantes, desde a sua produção a partir de petróleo, passando pela sua utilização, mas principalmente abordar a temática da sua recolha, regeneração e reintegração na indústria.

A relevância destas temáticas prende-se com a necessidade de promover a reciclagem, o eco-design e a simbiose industrial que integra a mudança de paradigma relativamente à natureza reciclável dos óleos. Deste modo, impulsiona-se o conceito “ zero-waste” e reduzem-se impactes ambientais negativos.

1.1 Objetivos

São objetivos da presente tese:

- Analisar as potencialidades da cadeia de produto de óleos lubrificantes regenerados no contexto industrial nacional;
- Analisar os aspetos económicos relacionados com a utilização de óleos lubrificantes regenerados;
- Expor os potenciais ganhos ambientais que advêm da utilização de óleos lubrificantes regenerados;
- Alertar para o aproveitamento das mais-valias do desenvolvimento industrial e tecnológico de Portugal neste setor;
- Identificação de oportunidades no mercado nacional no que diz respeito ao sector da regeneração de óleo e produção de óleo lubrificante regenerado.

2. Caracterização do mercado e dos óleos lubrificantes

2.1 Caracterização de óleos lubrificantes

2.1.1 Tipos de Lubrificantes, Óleos Base e Aditivos

Lubrificantes são substâncias destinadas a reduzir o atrito, o calor e o desgaste, entre duas superfícies com movimento relativo entre si.

O lubrificante é obtido através da mistura de óleos básicos, aditivos e em certos casos espessantes, podendo apresentar-se no estado líquido, sólido ou semi-sólido.

O processo de fabrico de lubrificantes é complexo. Resulta de um conjunto de requisitos impostos pela tecnologia dos equipamentos a lubrificar, condições a que vai estar sujeito, tais como temperatura, carga, choques, velocidade, o ambiente em que vai operar e fatores de natureza prática e económica. [30]

O desenvolvimento de lubrificantes de alta qualidade requer instalações modernas e sofisticadas bem como estudos complexos, longos e dispendiosos, implicando imensos testes laboratoriais, em bancos de ensaio e em funcionamento real. [30]

2.1.1.1 Lubrificantes líquidos

Os óleos base que constituem os lubrificantes podem ter diferentes origens:

- **Origem mineral**, quando obtidos nas refinarias a partir da destilação fracionada do petróleo bruto, originando diversas frações com diferentes viscosidades que posteriormente são processadas de forma a eliminar a presença excessiva de ceras parafinas, hidrocarbonetos instáveis, resinas e outros elementos indesejáveis para que se possa produzir um óleo de grande qualidade.
De referir que nem todos os tipos de petróleo bruto são adequados para a produção de óleos base, sendo por isso selecionados, considerando as aplicações a que se destinam os lubrificantes finais. [30]
- **Origem sintética** quando obtidos artificialmente através de reações químicas de polimerização a partir de moléculas de hidrocarbonetos, aos quais se juntam alguns componentes químicos designados aditivos, e que lhes vão conferir propriedades capazes de aumentar as suas capacidades de resposta em função dos fins a que se destinam. [30]

Os lubrificantes podem ser igualmente constituídos por mistura de óleos minerais e de óleos sintéticos, em proporções variadas, designando-se óleos semi-sintéticos. Apresentam desta forma características intermedias, de acordo com o percentual de cada óleo base.

O que distingue os **lubrificantes minerais** dos **lubrificantes sintéticos** são os óleos base e aditivos incorporados. Devido ao seu processo de fabrico e matérias-primas utilizadas, as bases sintéticas são mais dispendiosas que as minerais, o que é refletido no custo superior dos lubrificantes sintéticos. No entanto, os óleos sintéticos apresentam, uma maior viscosidade a altas temperaturas, um ponto de inflamação ligeiramente mais elevado e melhor resistência à oxidação. Garantem ainda

melhor comportamento em relação aos lubrificantes minerais em múltiplas aplicações, particularmente em equipamentos que trabalham em condições severas, como na indústria do papel, do vidro, em metalurgia e também na indústria automóvel. [30]

Uma das principais desvantagens é o facto de ter certas restrições relativamente a determinados materiais de juntas e vedantes. [29]

2.1.1.2 Massas Lubrificantes (lubrificantes semi-sólidos)

Uma massa lubrificante assemelha-se a uma esponja cheia de óleo. Quando sob o efeito de pressão, o óleo é libertado, garantido a lubrificação dos elementos; o óleo é novamente absorvido quando a pressão é aliviada. [31]

Uma massa lubrificante típica contém cerca de 85-90% de óleo base, cerca de 10-15% do agente espessante e cerca de 5-10% de aditivos. [32]. O lubrificante líquido pode ser um óleo mineral ou um óleo sintético; os agentes espessantes podem ser um ou mais sabões metálicos, outras substâncias que não sejam sabões (argila, polímeros) e ainda substâncias inorgânicas (bentonite). [30]

Os sabões metálicos correntemente usados são: lítio, cálcio, sódio, alumínio, ou combinações destes, como por exemplo, sabão complexo de cálcio ou complexo de lítio. Estes conferem à massa lubrificante essencialmente estabilidade e adesividade. [30]

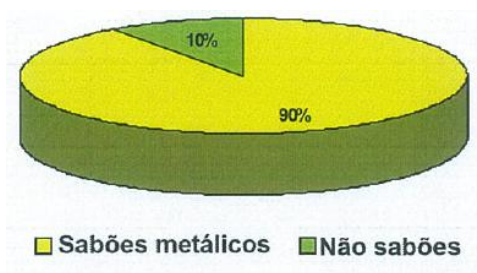


Figura 1 - Composição da Massa Lubrificante. Fonte: [32]

Os diferentes tipos de espessantes são normalmente incompatíveis entre si, pelo que, massas diferentes não devem ser misturadas. Essa incompatibilidade provoca normalmente a destruição da estrutura porosa da massa, o que leva à perda de todo o óleo nela contido e, conseqüentemente, à perda da capacidade lubrificante. A mistura de massas pode, inclusive, dar origem a avarias nos equipamentos. [31]

A compatibilidade entre o espessante e o aditivo de uma massa lubrificante é de extrema importância. Algumas massas incorporam lubrificantes sólidos, tais como grafite, bissulfureto de molibdénio, teflon ou politetrafluoretileno (PTFE), que lhes conferem propriedades especiais. [30]

As massas lubrificantes são utilizadas em situações particulares de lubrificação que não podem ser asseguradas convenientemente pelos óleos lubrificantes devido ao seu estado líquido. Estas usam-se, também, quando se pretende diminuir a frequência de lubrificação, quando há dificuldade em manter o local estanque e se pretende impedir a entrada de contaminantes, perante máquinas com elevado desgaste, quando a redução de ruído é muito importante, quando há dificuldade de acesso

ao órgão a lubrificar, ou sempre que for necessário evitar que o lubrificante esorra, o que é muito frequente, especialmente nas indústrias têxteis ou alimentares. A sua utilização é igualmente vantajosa nos casos em que existem condições extremas de operação tais como: elevadas temperaturas, extremas pressões e baixas velocidades. [31]

Quando usadas como lubrificantes, as massas comportam-se em muitos casos como óleos lubrificantes. Contudo existem diferenças significativas que vale a pena salientar e que estão presentes na tabela 1:

Tabela 1 - Principais diferenças entre óleos e massas lubrificantes. *Fonte: [31]*

| Óleos | Massas |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| > Fluidos | > Semi-fluida / semi-sólida |
| > Escapam do local de aplicação | > Ficam no local de aplicação |
| > Troca de calor (arrefecimento) | > Vedam |
| > Remoção de partículas | > Não arrefecem os componentes |
| > Remoção de resíduos | > Não limpam os componentes |
| > Classificação quanto à Viscosidade: SAE, ISO* | > Classificação quanto à viscosidade: NLGI + ISO* |

*ver mais informação no ponto 2.1.2 Principais propriedades físicas dos lubrificantes

2.1.1.3 Lubrificantes sólidos

Os lubrificantes sólidos, também conhecidos como lubrificantes a seco, não usam um meio líquido, mas são capazes de proporcionar lubrificação, permanecendo em estado sólido. Os lubrificantes secos podem ter alta resistência à degradação oxidativa e térmica e ainda apresentam outras vantagens em relação aos demais tipos de lubrificantes, que incluem: a capacidade de operar em temperaturas extremas, bem como propiciar uma operação limpa pois os eventuais resíduos não ficam depositados no local lubrificado, como no caso do óleo ou da massa lubrificante. [37]

Capaz de agir como um lubrificante e um selante, a lubrificação a seco é frequentemente utilizada nos mecanismos de compressores de ar, em vias férreas, veículos espaciais, rolamentos, placas de circuito e transdutores. Muitas vezes referida como uma película ou revestimento, o lubrificante sólido adere à superfície da máquina ou da peça e, em consequência disso, oferece uma vida mais longa ao equipamento ou ao dispositivo do que ao usar os lubrificantes líquidos, mais difíceis de aplicar. [37]

Os lubrificantes secos são compostos por quatro materiais comuns: o nitreto de boro hexagonal, grafite, bissulfeto de molibdénio, PTFE, e outros materiais menos comuns, tais como dissulfeto de tungsténio, talco, mica, fluoreto de cálcio, silicone e fluoreto de cério. As propriedades de lubrificação desses materiais resultantes da colagem de camadas são consideradas fracas em termos moleculares. O lubrificante a seco é aplicado aos materiais por meio de pulverização, esterilização, mergulho e escovagem, embora esterilização e mergulho sejam os dois métodos mais comuns, seguidas por tratamento térmico a fim de proporcionar a adesão do produto ao local lubrificado. [37]

Além de ser usado para reduzir o atrito entre duas peças móveis que estão em contato, os lubrificantes secos podem ainda servir como base para os lubrificantes líquidos.

2.1.1.4 Aditivos

Os aditivos são um dos componentes dos lubrificantes e têm como objetivo alterar ou reforçar algumas das propriedades dos óleos base. Podem ser divididos em dois grupos: os que modificam características físicas e os que modificam características químicas.

Os aditivos são incorporados nos lubrificantes em variadas proporções, desde pequeníssimas percentagens, até cerca de 30% em peso. [30]

Os vários aditivos acrescentados a um óleo base para posteriormente formar um lubrificante, devem ser compatíveis entre si e com o tipo de aplicação desejada.

A fabricação de aditivos é um sector muito específico da Indústria Química que funciona em estreita colaboração com a indústria petrolífera, uma vez que, sendo os aditivos componentes químicos, estes vão conferir propriedades capazes de aumentar as capacidades de resposta dos lubrificantes em função dos fins a que se destinam. [30]

Na União Europeia (UE), os fabricantes de aditivos localizam-se principalmente na Bélgica, França, Alemanha, Itália, Holanda e Suíça.

Os principais tipos de aditivos existentes são:

- **Antioxidantes**

O contato do lubrificante com o oxigénio do ar, muitas vezes a altas temperaturas e na presença de metais ou compostos químicos, favorece a oxidação. Como consequência, há um aumento da viscosidade e a formação de contaminantes ácidos. [30]

Os aditivos antioxidantes são compostos orgânicos. São constituídos por compostos sulfurosos, fosfatos, fenóis, etc. A oxidação tem características de reação em cadeia e estes compostos quebram e atrasam a reação, reduzindo as reações de oxidação e os efeitos prejudiciais dessas reações no lubrificante. [29]

- **Dispersantes/Detergentes**

Os aditivos dispersantes atuam mantendo em suspensão partículas e outros compostos insolúveis, finamente divididas e uniformemente distribuídas pela massa de óleo, evitando que se aglomerem em “blocos”, reduzindo o fluxo normal do lubrificante.

Os aditivos detergentes controlam a formação de depósitos nas superfícies quentes, reduzindo a formação de lacas e neutralizando os efeitos dos gases ácidos. [30]

- **Inibidores de corrosão/ferrugem**

O termo “inibidor de corrosão” aplica-se ao material que protege da corrosão os componentes metálicos não ferrosos, do ataque de contaminantes de carácter ácido, presentes nos lubrificantes. [30]

O termo “inibidor de ferrugem” é usado para designar os materiais que protegem as superfícies metálicas, ferrosas, da ferrugem. [30]

- **Anti desgaste**

São compostos orgânicos, ésteres, ácidos, álcoois e sabões metálicos. Estes aditivos são adsorvidos pelos campos de força (efeito polar das moléculas do aditivo), superficiais produzidos pelos metais que atraem as moléculas do lubrificante, resultando numa maior capacidade em absorver a pressão, reduzindo deste modo o atrito e o desgaste. [30]

- **Extrema pressão**

Estes aditivos, à base de enxofre e fósforo, geralmente chamados de “extrema pressão”, adicionam-se ao lubrificante para evitar o contacto metal com metal, quando existem cargas mecânicas extremamente elevadas. [30]

Os aditivos extrema pressão atuam por reação química com as superfícies metálicas, em condições de lubrificação limite (contato iminente metal-metal), formando um filme aderente que impede a micro-soldadura, em consequência do elevado aumento de temperatura. [30]

- **Melhorador do índice de viscosidade**

Um dos grupos de aditivos mais importantes são os melhoradores do índice de viscosidade. São constituídos por polímeros de elevado peso molecular. [29]

- **Diminuidores do ponto de fluxão (congelação)**

As dificuldades constadas com a “congelação” dos lubrificantes a baixas temperaturas, têm sido solucionadas, em muitos casos, com o auxílio de aditivos que baixam o ponto de fluxão. [30]

As dificuldades neste campo resultam da cristalização a baixas temperaturas das “parafinas” presentes em quase todas as frações de óleos lubrificantes. Na fase de cristalização esta “parafina” forma uma massa volumosa do tipo “gel” que reduz e até impede o livre escoamento do lubrificante. [30]

Estes aditivos atuam por destruição das redes dos cristais de cera ou parafinas.

- **Anti-espuma**

A espuma é constituída por pequeníssimas bolhas de ar que se formam quando um óleo é agitado com o ar. A formação de espuma pode ser evitada pela adição de pequenas quantidades deste aditivo anti-espuma. [29]

- **Aditivo de adesividade**

Em algumas aplicações de lubrificantes na indústria é necessário que o óleo não escorra nem seja sacudido do ponto de aplicação, pelo que deve possuir uma coesão molecular maior do que a sua viscosidade pode sugerir. Assim, este aditivo deve ter uma textura pegajosa. [29]

- **Emulsionantes**

Estes aditivos são ativos sobre as superfícies e reduzem as tensões superficiais do óleo permitindo portanto a mistura do óleo e da água formando uma suspensão estável. [29]

- **Aditivos sólidos**

Estes aditivos são usados sob a forma de pó seco ou misturados com óleo, com fluidos sintéticos, massas consistentes ou água, suportando temperaturas e pressões mais elevadas. [29]

- **Aditivos repelentes de água**

Melhoram as propriedades de resistência à água.

- **Aditivo anti-séptico**

Este aditivo evita a formação de colónias de bactérias. Mais usado na indústria alimentar. [29]

Tabela 2 - Características dos aditivos consoante os componentes. *Fonte: [31]*

| Componentes | Problemas típicos | Aditivos |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistemas Hidráulicos | - Temperatura - Contaminação com ar - Condensações | -Resistência á oxidação -Anti-espuma -Demulsibilidade |
| Engrenagens | - Cargas elevadas - Temperatura elevada - Contaminação com água | -Anti-desgaste e Extrema pressão -Resistência à oxidação -Anti-ferrugem |
| Motores | - Cargas elevadas - Formação de depósitos -Viscosidade e alta temperatura | -Anti-desgaste e Extrema pressão -Detergência/Dispersância -Melhoradores de Ponto de Fluxão -Melhoradores do Índice de Viscosidade |

2.1.2 Principais propriedades físicas dos lubrificantes

No caso dos lubrificantes as propriedades físicas mais relevantes e que importa destacar são:

- **Viscosidade**

A viscosidade é a característica mais importante de um lubrificante, pois permite conhecer a capacidade de resistência da película de óleo, em manter separadas as superfícies metálicas em movimento. [30]

Pode definir-se viscosidade como a medida da resistência de um fluido ao seu escoamento. Quanto maior for a viscosidade, maior será a resistência oferecida pelo fluido. É o que, normalmente se afirma, quando se fala da maior ou menor fluidez de um lubrificante, ou ainda, quando se diz que um lubrificante é mais "espesso", ou mais "fino". [30]

As unidades de medida de viscosidade mais frequentes são as seguintes: [29]

- Graus Engler, unidade utilizada em toda a Europa, excepto em Inglaterra.
- Segundos Redwood (SR), utilizada em Inglaterra.
- Segundos Saybalt Universais (SSU), utilizada nos Estados Unidos.

No Sistema Internacional (SI) a unidade de viscosidade cinemática é o mm^2/s . ($1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$).

A medição da viscosidade é dada pelo tempo de escoamento de determinado volume de líquido através de um tubo curto, ou de um tubo capilar, sob a ação da gravidade. [29]

A viscosidade do lubrificante tem de ser, suficientemente elevada para assegurar uma película lubrificante entre duas superfícies, e bastante baixa para que as perdas por atrito próprio não sejam excessivas. Dado que a viscosidade do lubrificante se altera com as variações térmicas, torna-se necessário ter em conta a temperatura que o óleo atinge quando a máquina se encontra em funcionamento. Além disso, estes devem ser suficientemente fluídos, mesmo a temperaturas abaixo do zero, para permitirem o arranque dos diversos equipamentos. [29]

Tabela 3 - Aplicação dos lubrificantes consoante a sua viscosidade. *Fonte: [31]*

| Viscosidade mm^2/s | Aplicação |
|------------------------------------|----------------------|
| 30.....50 | Velocidades elevadas |
| -100 | Aplicação geral |
| 200-1000 | Cargas elevadas |

- **Índice de viscosidade**

A viscosidade de um lubrificante modifica-se com a pressão e a temperatura a que este é sujeito, sendo a espessura da película lubrificante proporcional a estes fatores, ou seja, tornam-se mais "finos", quanto a temperatura sobe e mais "espessos" quando a temperatura desce. [30]

A variação de viscosidade com a temperatura exprime-se geralmente pelo "índice de viscosidade" e este é o número empírico que indica o efeito de mudança de temperatura sobre a viscosidade de um óleo. Quanto mais elevado for o valor, menor a variação da viscosidade do óleo com a temperatura, ou seja, mais estável será a sua viscosidade.

Esta estabilidade é importante, quer para o arranque a frio dos motores, quer para o seu funcionamento a elevadas temperaturas

Existem assim vários sistemas de classificação dos óleos lubrificantes, baseados nos graus de viscosidade dos mesmos e no tipo de aplicação a que se destinam.

Os óleos lubrificantes são normalmente classificados de acordo com o sistema de graduação de viscosidade da International Organization Standardization (ISO), American Petroleum Institute (API) ou Society of Automotive Engineers (SAE), enquanto as massas lubrificantes e lubrificantes sólidos são classificadas de acordo com o sistema de graduação do National Lubricating Grease Institute (NLGI).

- **Ponto de gota**

Ponto de gota é definido como a temperatura à qual a massa passa do estado semi sólido ao estado líquido, – sob a forma de gota – pela ação de um aumento de temperatura. O ponto de gota dá-nos portanto, a indicação de um nível de temperatura, a que uma massa nunca deve ser submetida. [30]

A temperatura máxima de trabalho, recomendada para uma massa, deve ser sempre inferior ao seu ponto de gota, (cerca de 70%).

Tabela 4 - Ponto de Gota para os vários espessantes que podem incorporar uma massa lubrificante. *Fonte: [32]*

| Espessante | Ponto de gota, °C |
|--------------------|--------------------------|
| Cálcio (Hidratado) | 90 |
| Cálcio (Anídroso) | 140 |
| Complexo de Cálcio | >260 |
| Lítio | 190 |
| Complexo de Lítio | >260 |
| Poliurea | 250 |
| Argila-Organo | >260 |

- **Densidade**

A densidade de um óleo é a relação entre o peso de um dado volume desse óleo e o peso de um volume igual de água. [29]

A densidade da água é 1. A maioria dos óleos têm densidades na ordem dos 0,82-0,88, pelo que são mais leves do que a água. É assim possível purgar sistemas contaminados, uma vez que a água acumula-se no fundo dos depósitos. No entanto, há óleos sintéticos onde a densidade é superior a 1, tornando mais difícil a purga da água. [31]

- **Número de neutralização (BN)**

O número de neutralização de um lubrificante pode ser expresso pelo seu grau de acidez ou alcalinidade e é definido como a quantidade de base ou ácido (ambos expressos em miligramas de hidróxido de potássio – mgKOH/g), necessários para neutralizar o conteúdo ácido ou básico de um grama de amostra de óleo nas condições do ensaio. [30]

- **Alcalinidade (T.B.N)**

É a capacidade que um lubrificante tem de neutralizar os produtos ácidos que se formam devido à combustão do carburante e da sua oxidação. [32]

- **Índice de Acidez (T.A.N)**

É composta por 3 elementos: [32]

- Acidez natural do óleo base, que é muito baixa(0,02 mgKOH/g)
 - Acidez dos aditivos que, segundo a sua composição, pode ser elevada
 - Acidez dos produtos de oxidação

- **Pontos de inflamação e ignição**

O ponto de inflamação de um óleo é a temperatura mínima, à qual o óleo liberta à sua superfície uma concentração suficiente de vapores, que se inflamam quando se aproxima uma chama. [29]

É uma indicação da capacidade de resistência ao fogo de um lubrificante, e deve constituir um aviso, quando se utilizam lubrificantes próximos de fontes de calor.

A maior parte dos óleos lubrificantes têm pontos de inflamação superiores a 200°C. No entanto, sendo produtos inflamáveis deverão ser manuseados com os devidos cuidados.

Alguns solventes e óleos de proteção de superfícies metálicas são inflamáveis a temperaturas inferiores a 50°C. [31]

- **Ponto de escoamento ou de congelação (ponto de fluxo)**

O ponto de escoamento ou de congelação de um óleo é a temperatura mais baixa a que este ainda escorre ou flui. [29]

Particularmente importante em equipamentos onde tem que haver a garantia de que o óleo ainda está no estado líquido mesmo a temperaturas muito baixas de forma a poder cumprir a sua função de lubrificação. [30]

- **Aspetto e cheiro**

Embora não sejam suscetíveis de medição rigorosa, estas características fornecem, no entanto, por simples apreciação, algumas indicações sobre o estado do óleo.

Assim, quanto ao aspeto dir-se-á que uma ligeira turvação do óleo, com aparência de emulsão mais ou menos amarelada ou leitosa, significa a presença de água no seio do produto. [29]

Quanto ao cheiro, se este for acre, será sintoma de o óleo se encontrar oxidado. [29]

- **Cor**

A coloração pode fornecer indicações quanto ao tipo de refinação mais ou menos rigorosa a que o óleo foi submetido:

- Uma coloração forte, num óleo novo, indica tratamento pouco rigoroso.
- Uma coloração leve significa boa refinação.

Em óleos usados se a cor se encontrar bastante carregada em relação ao óleo novo será sinal de forte oxidação. [29]

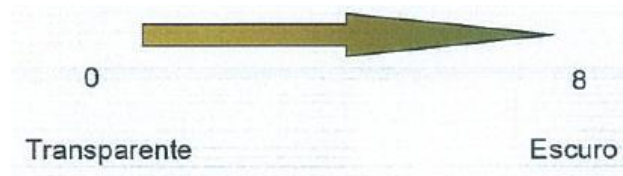


Figura 2 - Escala para classificação da cor do óleo. *Fonte: [32]*

- **Resistência à oxidação**

Todos os lubrificantes se deterioram quando aquecidos a temperaturas elevadas na presença do ar. Este fenómeno é devido à combinação das moléculas dos hidrocarbonetos com o oxigénio do ar. A temperaturas inferiores a 60° C, o grau de oxidação de óleos altamente refinados é desprezável, mas aumenta rapidamente com o aumento da temperatura, até que, a cerca de 150 - 200° C, o grau de oxidação é importante. Este fenómeno causa escurecimento da cor do óleo e o aumento da viscosidade, verificando-se em condições extremas um engrossamento do óleo formando um depósito de borra castanha e insolúvel e levando à corrosão das superfícies metálicas. [29]

- **Demulsidade**

A demulsibilidade é a capacidade que o óleo tem de se separar da água.

Uma má demulsibilidade dificulta a purga em caso de contaminação com água.

Os óleos hidráulicos e de circulação (por exemplo, turbinas) têm uma boa demulsibilidade. Os óleos de engrenagens e os óleos de motor têm uma menor capacidade de se separar da água. [32]

- **Desaerificação**

Propriedade que o lubrificante tem para se separar do ar. Uma má desaerificação pode causar problemas de cavitação nas bombas e formação de espuma. [32]

2.1.3 Principais funções dos lubrificantes

A função de um óleo lubrificante não é apenas a de lubrificar, embora esta seja a função mais importante, permitindo prevenir o desgaste e o atrito entre as peças.

Assim sendo, podem atribuir-se aos óleos lubrificantes diversas funções:

- **Lubrificar**

É a principal função dos lubrificantes e consiste em reduzir o atrito e o desgaste entre as superfícies em contacto e em movimento relativo, separando-as por interposição de uma película lubrificante. [30]

- **Arrefecer**

A maior parte do calor originado pelo equipamento em funcionamento é dissipado pelo líquido de refrigeração ou perde-se pelos gases de escape. Contudo, cerca de 5 a 10% do calor é produzido pelo atrito. Este calor é transferido para o óleo lubrificante, que tem a capacidade de absorver o calor, funcionando como refrigerante e prevenindo assim o desgaste dos vários órgãos em contacto. [30]

- **Vedar**

A película de lubrificante existente entre duas superfícies funciona também como vedante das folgas existentes entre estas, impedindo a passagem de impurezas para o interior do equipamento e estancando assim os órgãos em contacto. [30]

- **Proteger contra a corrosão e ferrugem**

O lubrificante deve neutralizar todo o tipo de contaminantes, agindo como recetor destes. Deverá neutralizar em especial os de natureza ácida e assim evitar a corrosão e ferrugem nas superfícies metálicas dos equipamentos. [30]

- **Limpar**

Um bom lubrificante deve manter as superfícies de contacto dos equipamentos livres de depósitos, evitando a formação de resíduos e sedimentos ou removendo-os quer por arraste, quer por dissolução, sem no entanto alterar as qualidades básicas do próprio lubrificante. [30]

- **Contribuir para a proteção do ambiente/Reduzir o consumo de combustível**

Os lubrificantes atuais, estão aptos a contribuir de um modo significativo para o aproveitamento máximo da eficiência energética dos motores e para a redução do consumo de combustível como medida adicional para a diminuição de contaminantes através do escape. Uma lubrificação eficaz evita ainda a poluição sonora, reduzindo o ruído, permitindo um trabalho mais suave e silencioso das máquinas. [30]

2.2 Mercado nacional e internacional de lubrificantes

2.2.1 Consumo de óleos lubrificantes novos

A indústria dos lubrificantes tem sofrido nos últimos anos alterações significativas na sua estrutura de custos. Os preços das principais matérias-primas (aditivos e óleos base) têm registado aumentos sucessivos devido a questões de natureza técnica, ao encerramento de algumas unidades produtivas, ao aumento da procura de óleos base por países em rápido crescimento, mas essencialmente devido ao aumento significativo do preço do petróleo no período 2004 a 2014 com repercussões sobre o preço dos óleos base. [26]

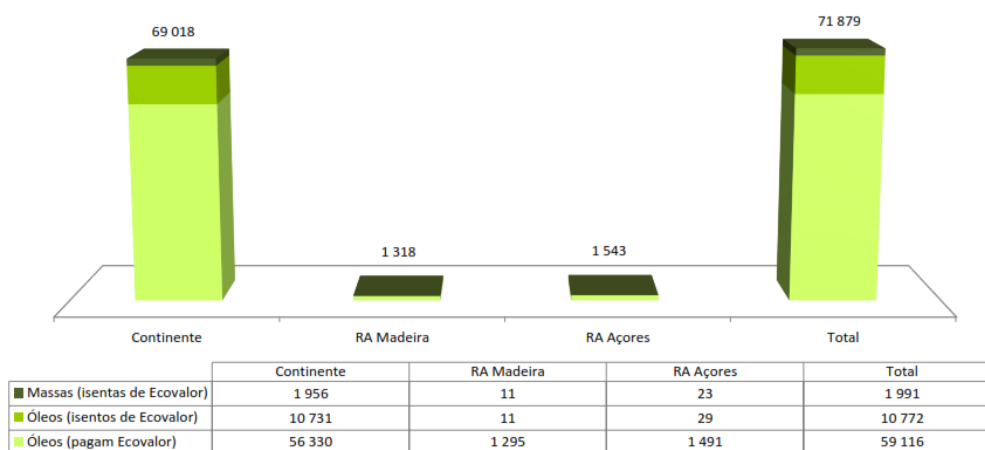


Figura 3 - Óleos novos colocados no mercado nacional em 2014. *Fonte: [13]*

Em Portugal este mercado é essencialmente abastecido por outros produtores internacionais, embora também tenha uma cota parte de produção nacional. Assim, é de referir que os óleos base utilizados nos lubrificantes comercializados em Portugal são de origem nacional ou importados. A capacidade de produção anual dos óleos base em Portugal é de aproximadamente 150mil toneladas enquanto a fabricação anual de massas lubrificantes é de 1.500 toneladas. [26]

O sector dos lubrificantes em Portugal é muito concorrencial, tendo apresentado alguma estabilidade de volumes nos últimos anos. São diversas as empresas que comercializam e distribuem lubrificantes. Destacam-se a Galp Energia, a BP, a Shell e a Repsol.

Os principais clientes são essencialmente indústrias, transportes, marinha, oficinas, hipermercados, postos de abastecimento, entre outros.

Em 2014 o volume do mercado nacional de lubrificantes foi de cerca de 45.000 toneladas. É importante ter em linha de conta que estes valores são dados oficiais mas que não incluem todas as empresas que comercializam lubrificantes em Portugal e que de acordo com cruzamento destes dados com os dados da Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda (SOGILUB), estima-se que estas marcas representem cerca de 1/3 do mercado nacional

A figura 4 mostra a distribuição no mercado nacional em 2014 de acordo com o tipo de óleos lubrificante.



Figura 4 - Distribuição no mercado nacional de acordo com o tipo de óleos lubrificantes em 2014. *Fonte: [34]*

A elevada concorrência neste mercado tornou comum a celebração de contratos de fornecimento de médio e longo prazo com os principais clientes. [26]

As características do contrato são variáveis em função das necessidades do cliente. Estas condições permitem que este negócio apresente riscos em termos de incertezas relativamente à margem de vendas e quanto à data de receção das encomendas. Para além destes riscos podem estar presentes os riscos cambial e operacional. Em períodos de subidas significativas dos preços dos óleos base, o risco da variação dos preços destes, é talvez, o mais importante, podendo dar origem a perdas significativas. [26]

O contexto internacional, caracterizado pelo significativo aumento dos preços do petróleo, que marcou o período 2004-2014, reforçado pela escassez da oferta de óleos base, torna relevante a análise da exposição ao risco de variação dos preços dos óleos base e as possíveis estratégias de cobertura deste risco. A definição destas estratégias é dificultada pela inexistência de contratos de derivados sobre óleos base transacionados quer em bolsa quer fora da bolsa. [26]

As vendas de lubrificantes em Portugal têm vindo a cair muito significativamente nos últimos anos, como se pode comprovar na tabela 5 e na figura 5.

Tabela 5 - Vendas de Lubrificantes (ton) em Portugal entre 2004 e 2014. *Fonte: [34]*

| Ano/Meses | Vendas de Lubrificantes em Portugal 2004-2014 | | | | | | | | | | | | Unidade: toneladas |
|-----------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Agos | Set | Out | Nov | Dez | |
| 2004 | 6.712 | 6.938 | 9.329 | 7.495 | 7.452 | 8.394 | 7.002 | 6.576 | 8.342 | 7.646 | 7.753 | 8.024 | 91.663 |
| 2005 | 6.049 | 6.629 | 8.161 | 7.045 | 6.832 | 8.618 | 6.332 | 5.987 | 7.930 | 9.012 | 7.467 | 8.073 | 88.134 |
| 2006 | 7.203 | 6.850 | 7.079 | 5.745 | 7.344 | 7.823 | 6.862 | 5.138 | 6.385 | 7.660 | 7.445 | 5.702 | 81.236 |
| 2007 | 6.872 | 6.054 | 8.251 | 6.340 | 7.172 | 7.770 | 6.440 | 6.014 | 6.749 | 8.064 | 7.525 | 6.985 | 84.236 |
| 2008 | 6.867 | 6.973 | 7.717 | 6.917 | 6.811 | 6.840 | 7.612 | 4.948 | 6.482 | 7.205 | 5.858 | 7.455 | 81.687 |
| 2009 | 5.161 | 4.979 | 6.332 | 5.836 | 5.394 | 6.406 | 6.016 | 5.153 | 5.866 | 5.305 | 5.976 | 4.859 | 67.284 |
| 2010 | 5.391 | 5.488 | 5.820 | 5.733 | 5.802 | 5.647 | 5.632 | 4.810 | 6.208 | 5.242 | 5.834 | 5.389 | 66.995 |
| 2011 | 4.986 | 5.718 | 6.095 | 4.596 | 5.610 | 4.406 | 5.059 | 4.070 | 5.175 | 4.891 | 4.780 | 4.764 | 60.147 |
| 2012 | 4.152 | 3.778 | 5.488 | 3.455 | 3.918 | 3.855 | 4.182 | 3.419 | 3.976 | 3.940 | 3.661 | 4.138 | 47.962 |
| 2013 | 3.569 | 3.865 | 4.121 | 3.414 | 3.847 | 3.683 | 4.001 | 3.158 | 4.172 | 4.223 | 4.000 | 4.301 | 46.356 |
| 2014 | 3.951 | 3.942 | 4.824 | 3.656 | 4.029 | 3.952 | 4.781 | 3.342 | 3.733 | 3.652 | 3.501 | 3.550 | 46.912 |

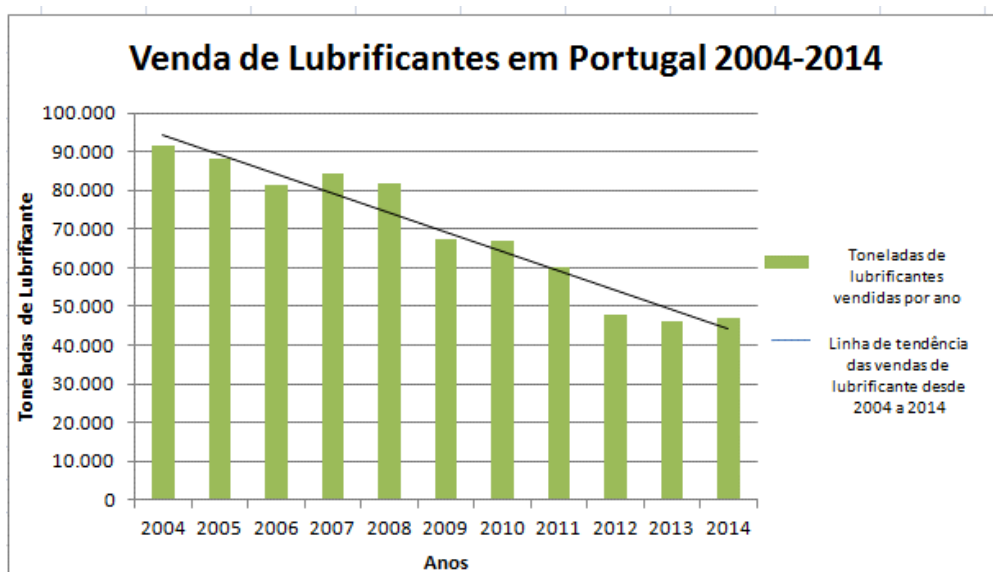


Figura 5 - Evolução das vendas de Lubrificantes (ton) em Portugal de 2004-2014. *Fonte: [34]*

Desde 2004 até 2013, a venda de lubrificantes caiu cerca de 49%. As maiores quedas de um ano para o outro, nas vendas de lubrificantes, deram-se entre 2008 e 2009 com uma variação de -18% (de 81,687ton para 61.284ton) e mais recentemente entre 2011 e 2012 de -21,7% (de 60.147ton para 47.962ton). Curiosamente a venda de lubrificantes subiu ligeiramente em 2014 quando comparado com o valor obtido em 2013.

Esta diminuição de consumo deve-se por um lado à diminuição da atividade económica assim como da produção nacional mas também, ao alargamento do período de utilização dos lubrificantes devido a uma melhoria significativa nas suas propriedades e a motores e equipamentos cada vez mais eficientes.

Todos os indicadores apontam para a continuação da recessão económica, ainda mais acentuada pela queda do mercado interno, resultante da redução do poder de compra das famílias e empresas, assoladas com um enorme aumento da carga fiscal e com a consequente redução do rendimento disponível.

Esta tendência de diminuição do consumo de lubrificantes em Portugal está a par da tendência registada à escala mundial no que diz respeito aos países desenvolvidos.

No período entre 2004 e 2009 o consumo de lubrificantes decresceu 7,5% na UE. Mesmo considerando que 2009 foi um ano atípico e fortemente influenciado pela crise, é perfeitamente perceptível um decréscimo contínuo do consumo de lubrificantes nos países industrializados e um natural aumento nos países emergentes com mercados em franco desenvolvimento. [30]

Em geral o consumo de Lubrificantes a nível global vem, de há muitos anos a esta parte, a manter-se praticamente sem crescer; sendo de assinalar que, tomando como exemplo o período entre 2004 e 2009, enquanto o consumo de energia primária global subiu 4%, o consumo de lubrificantes teve um pequeno decréscimo de 0,64%. Nesta análise há que ter em consideração que no período considerado, apenas a Zona Ásia/Pacífico, onde se faz notar o enorme peso da China e da Índia, aumentou o consumo de lubrificantes em 20% e o consumo de energia primária em 7,8%. [30]

Tabela 6 - Consumo de Lubrificantes entre 2004-2009. *Fonte: [30]*

2004 - 2009
(1000 t)

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | % variação | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | | | | | 08 / 07 | 09 / 08 |
| UE (1) | 5.661 | 5.516 | 5.611 | 5.980 | 5.450 | 4.672 | - 8,9 | - 14,3 |
| Antigas Repúblicas Soviéticas (2) | 3.201 | 3.172 | 3.315 | 3.300 | 3.424 | 3.253 | + 3,8 | - 5,0 |
| Outra Europa | 930 | 935 | 950 | 557 | 559 | 531 | + 0,4 | - 5,0 |
| Estados Unidos da América | 8.634 | 8.348 | 8.262 | 8.076 | 7.497 | 6.742 | - 7,2 | - 10,1 |
| Canadá | 1.064 | 1.095 | 1.005 | 1.019 | 977 | 908 | - 4,1 | - 7,1 |
| Outra América | 3.555 | 3.666 | 3.712 | 3.916 | 3.979 | 3.912 | + 1,6 | - 1,7 |
| Japão | 1.850 | 1.839 | 1.851 | 1.761 | 1.695 | 1.430 | - 3,7 | - 15,6 |
| Outra Ásia | 14.161 | 14.504 | 15.219 | 15.930 | 16.402 | 17.027 | + 3,0 | + 3,8 |
| África | 2.200 | 2.234 | 2.284 | 2.356 | 2.462 | 2.478 | + 4,5 | + 0,6 |
| Oceania | 633 | 634 | 656 | 660 | 673 | 670 | + 2,0 | - 0,4 |
| Mundo | 41.889 | 41.943 | 42.865 | 43.555 | 43.118 | 41.623 | - 1,0 | - 3,5 |

Parcialmente estimado

(1) 27 países desde 2007

(2) Excluindo as Repúblicas "Asiáticas"

Fonte: Eurolub

Nos países desenvolvidos, é sem dúvida, o sector automóvel, o responsável pela maior fatia no consumo de lubrificantes. Porém, também esta percentagem do consumo tem vindo a descer progressivamente. Outro indicador interessante é o rácio entre o consumo de óleo de motor e o consumo de combustível. Tomando como exemplo a UE, constata-se que este índice decresceu dois terços nos últimos 30 anos. [30]

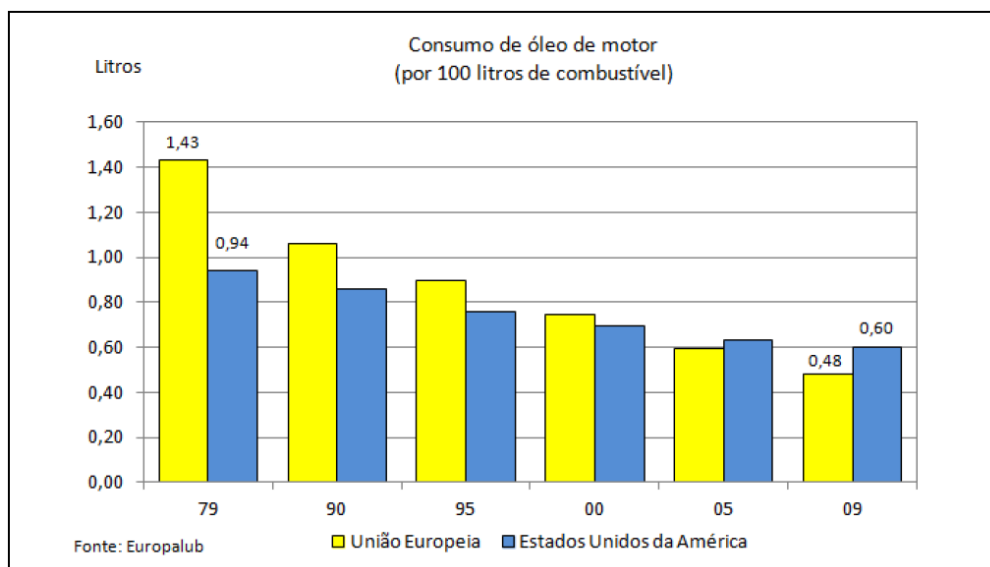


Figura 6 - Comparação de consumo de óleo de motor entre a UE e Estados Unidos da América desde 1979 a 2009. *Fonte: [30]*

Tendo em conta que os consumos de combustível dos atuais motores são muito inferiores, é fácil concluir que o consumo de lubrificantes diminuiu numa proporção muito maior. [30]

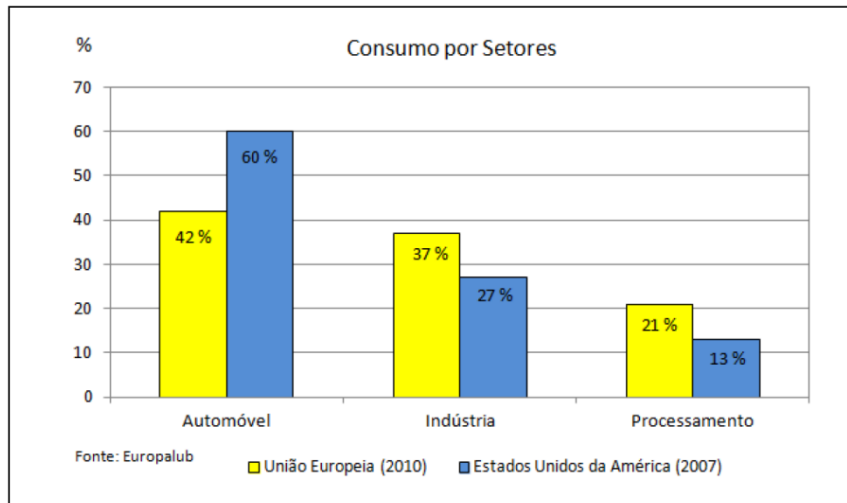


Figura 7 - Comparação de consumo de óleo de motor por setores entre a UE e Estados Unidos da América.

Fonte: [30]

Ainda mais interessante é verificarmos que, tomando novamente como exemplo a UE, notamos um crescimento contínuo do parque automóvel e uma redução contínua do consumo de lubrificantes. Isto deve-se, sem dúvida, às características extraordinárias dos atuais lubrificantes para motor, cujo desenvolvimento tecnológico, como já referido, tem sido absolutamente notável, permitindo a sua utilização por períodos muito mais alargados e, consumindo-se menos. [30]

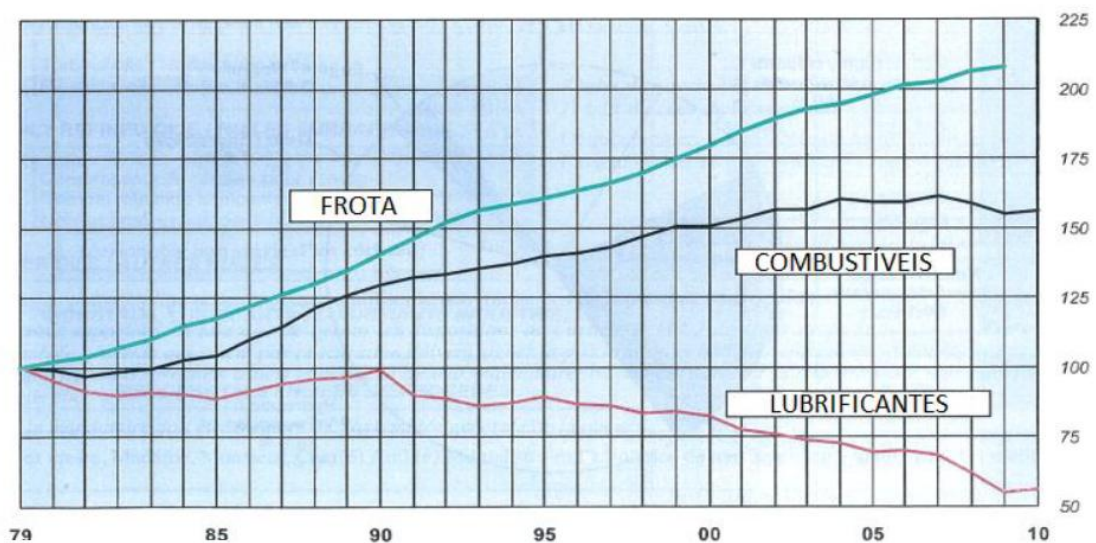


Figura 8 - Evolução comparativa do nº veículos/consumo combustível/ consumo lubrificantes entre 1979 e 2010.

Fonte: [30]

Dentro dos lubrificantes utilizados no automóvel, a grande fatia diz respeito aos óleos para motor que representam cerca de 80%. Na UE, em 2010, os carros ligeiros de passageiros foram responsáveis por 47,4% do consumo e os comerciais por 32,7%. [30]

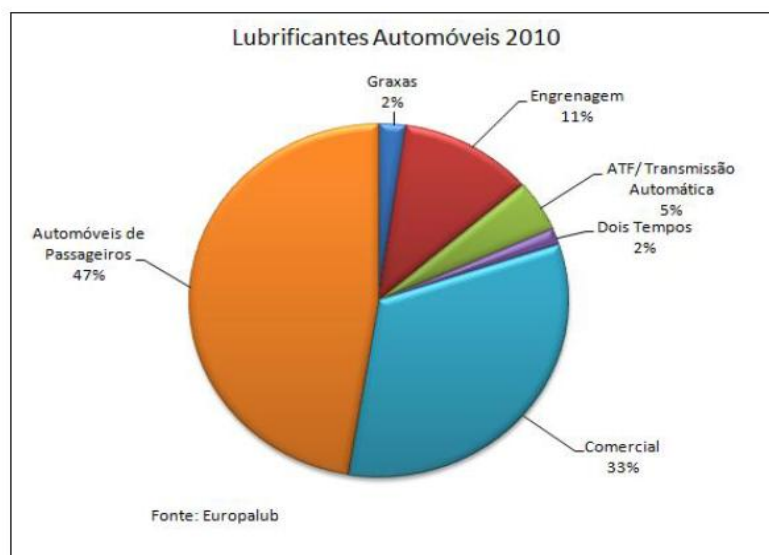


Figura 9 - Estratificação do Consumo de Lubrificantes Automóveis em 2010. *Fonte: [30]*

Na UE os lubrificantes industriais representam cerca de 37% do mercado, sendo os lubrificantes para sistemas hidráulicos os mais consumidos. [30]

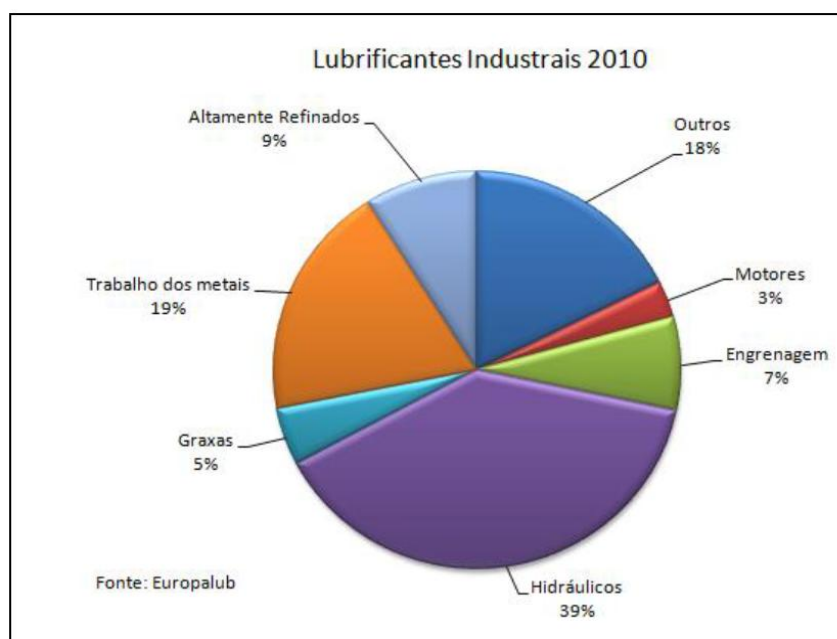


Figura 10 - Estratificação do Consumo de Lubrificantes Industriais em 2010. *Fonte: [30]*

No que diz respeito à produção de lubrificantes a capacidade global de refinação de óleos base foi em 2011 de 969.000 barris por dia, 2% acima do ano anterior.

De mencionar o facto do Médio Oriente se ter tornado, nos últimos anos, um produtor mundial chave no que diz respeito aos óleos base altamente refinados, devido à abertura de novas e modernas refinarias no Qatar e em Bahrain. A capacidade de refinação de óleos base subiu também 21% na América do Norte, devendo continuar a subir nos próximos anos. [30]

A Capacidade de Refinação de óleos Base na UE 27 foi de 9.930.000t em 2010. Esta produção é superior às suas necessidades internas, pelo que tem vindo a exportar sustentadamente nos últimos anos, principalmente para a Rússia, Turquia, Singapura, China, bem como para a América e para África.

Em 2009, o saldo positivo da balança de Importações/Exportações de óleos base foi de 1.729.000 t, e tinha sido de 1.441.000 t em 2008. [30]

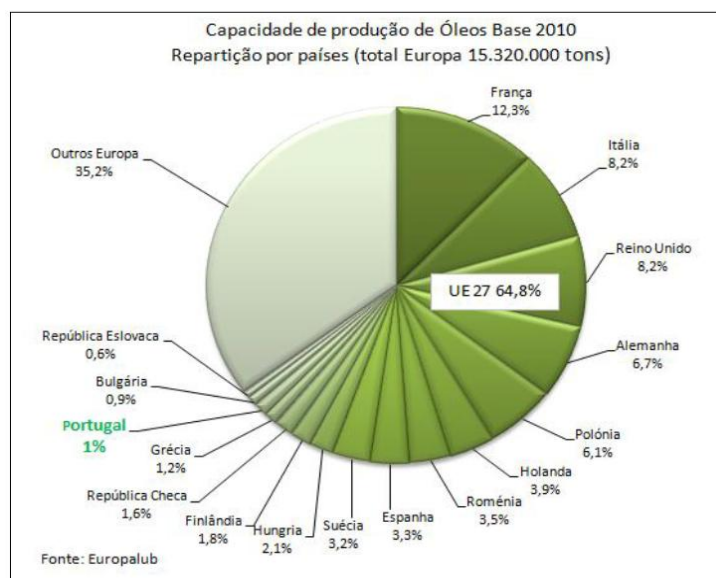


Figura 11 - Capacidade de Produção de óleos base em 2010 por toda a Europa. Fonte: [30]

Com já foi referido o consumo de lubrificantes na UE tem-se mantido muito regular nos últimos 30 anos, manifestando uma tendência de descida gradual anual, à medida que os motores e equipamentos são mais eficientes e os lubrificantes têm um período de utilização mais alargado. [30]

Recentemente, nos anos de 2008 e 2009 manifestou-se uma acentuada redução de consumo (-22%, 2009 versus 2007), a que a crise vivida na Europa não foi alheia.

Em consequência disso mesmo e sendo, desde sempre excedentária a produção de lubrificantes, as exportações têm manifestado uma subida constante, situando-se atualmente em mais de 2, 5 milhões de toneladas. [30]

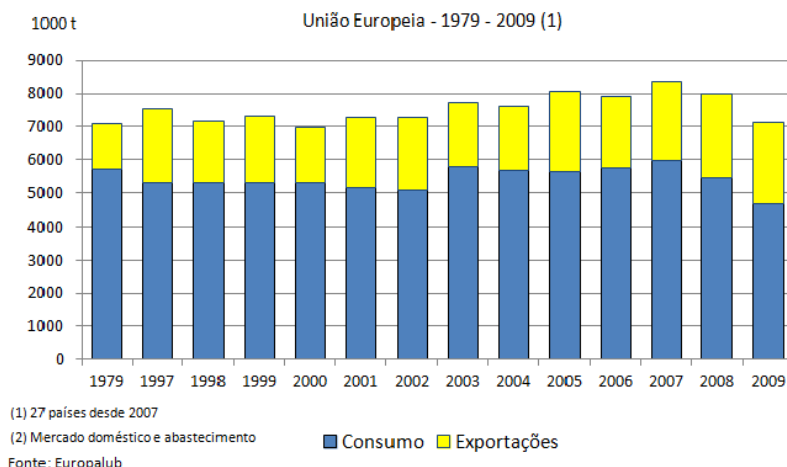


Figura 12 - Consumo e Exportação de Lubrificantes na UE entre 1979 e 2009. Fonte: [30]

2.2.2. Consumo de óleos lubrificantes regenerados

Atualmente, em Portugal, o consumo de lubrificantes regenerados é nulo ou residual.

Apesar de já dispormos, internamente de indústria produtora de bases regeneradas, como é o caso exclusivo da Enviroll, todo o seu produto é exportado, arriscando-nos a afirmar que na sua maioria para Espanha.

A nível europeu, a regeneração de lubrificantes usados é uma prática já implementada, conforme mostra a figura 13.

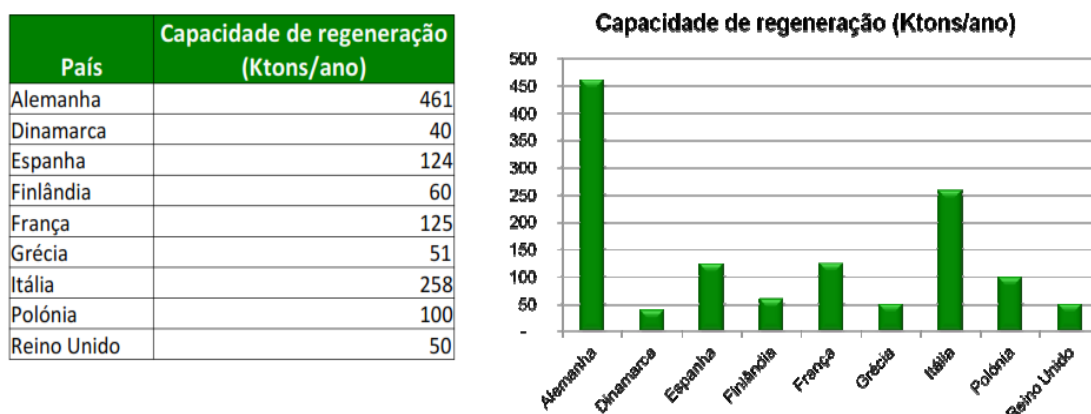


Figura 13 - Capacidade de regeneração de óleos usados em alguns países - Panorama Europeu. *Fonte: [20]*

Pode observar-se que os países mais industrializados lideram a capacidade de regeneração de lubrificantes usados. Os restantes países em virtude de terem indústrias mais pequenas ou de terem iniciado este processo de regeneração e óleos usados mais tardiamente ainda não têm uma capacidade instalada semelhante.

A indústria de Regeneração Europeia é composta por 28 locais de tratamento de resíduos de óleo e emprega entre 1000-1200 pessoas em re-refino e 2000-2500 pessoas na recolha de óleos usados. Dezassete dessas indústrias produzem óleos de base. No geral a indústria deste sector tem uma capacidade nominal total de cerca de 1.300.000 toneladas / ano, produção total de óleo lubrificante de cerca de 400.000 toneladas / ano e produz 500.000 toneladas / ano de outros produtos, incluindo os combustíveis, asfalto, gasóleo, petróleo, entre outros. [33]

O seu volume de negócios representa um total aproximado de entre 200 a 250 milhões € / ano.

A indústria de regeneração é uma parte importante da produção independente de lubrificante a nível europeu, representando um terço em volume do mercado total europeu de lubrificantes (1,5 – 2 milhões de toneladas de lubrificantes). A contribuição de óleos regenerados para produção independente é essencial para a promoção de concorrência com os grandes produtores de lubrificantes e, como tal, a sobrevivência de empresas independentes de médio porte que estão dependentes de uma segunda fonte de óleo de base. [33]

A indústria de regeneração Europeia tem feito investimentos significativos de cerca de 250 milhões de euros no sentido de melhorar a qualidade dos óleos regenerados, aumentando assim a eficiência e reduzindo impactos ambientais.

A capacidade de regeneração instalada nos diferentes países está também diretamente relacionada com a cultura de consumo deste tipo de matéria-prima. Os obstáculos ao desenvolvimento da regeneração estão ainda intimamente ligados ao fornecimento dos óleos usados e, mais especificamente o seu baixo custo comparável com o combustível, que é acentuada pela isenção de imposto especial de consumo de óleos utilizados como combustível.

A escassez de estatísticas relacionadas com o consumo de lubrificantes regenerados é sinal dessa cultura ainda pouco enraizada a nível mundial.

Em Espanha, o mercado de óleos lubrificantes regenerados encontra-se bastante desenvolvido e é lá que proliferam as empresas que produzem os lubrificantes regenerados. Estas recebem as bases regeneradas, muitas vezes provenientes de Portugal (nomeadamente da empresa Enviroil), às quais juntam os aditivos para fabricar os lubrificantes com base em óleos regenerados.

No Brasil também são conhecidos alguns estudos e casos práticos de aplicação de lubrificantes regenerados, no entanto o caso mais conhecido é o da Barragem Hidroelétrica de Itapu Binacional, o qual se apresenta nesta tese como case study.

2.2.2 Case Study – Aplicação de óleo lubrificante regenerado na Barragem Hidroelétrica de Itaipu Binacional

A nível mundial, um dos exemplos de maior sucesso da aplicação de óleo lubrificante regenerado na atividade industrial é o caso da Barragem Hidroelétrica de Itaipu no Brasil.

Segundo o artigo elaborado por Fernando Cossa e Agnaldo José da Silveira intitulado “*Regeneração de Óleo Lubrificante: Itaipu Binacional, Cuidando do Meio Ambiente e da Saúde Financeira*”, a Barragem Hidroelétrica de Itaipu Binacional utiliza 1,3 milhões de litros de óleo lubrificante por ano. A preocupação com o impacto ambiental que o óleo usado poderia ter no ecossistema, resultou no Projeto de Lubrificação Planeada (PROLUB). [18]

De entre as diversas ações desenvolvidas pelo PROLUB, pode destacar-se:

- Realização de cursos e conferências na área de lubrificação, para a capacitação do pessoal;
- Otimização dos processos de lubrificação, armazenamento e purificação de cargas de óleo;
- Formação para o uso correto dos lubrificantes.

Em 1998, a Itaipu Binacional estabeleceu parcerias com o Lactec e com a Petrobras, iniciando as pesquisas para viabilizar o processo de regeneração e readitivação de óleo lubrificante usado. A Petrobrás ficou incumbida de produzir os aditivos e fornece-los exclusivamente à Itaipu Binacional, juntamente com o aditivo anti-espumante. Estes produtos adquiridos pela Itaipu foram por sua vez encaminhados para a empresa responsável pela regeneração do lubrificante usado, a Mineraltec. Esta última ficou responsável pelo processo desenvolvido pelo Lactec, a regeneração e readitivação do lubrificante usado, obrigando-se a fornecer a mesma garantia de qualidade do fabricante original, além de possuir Licença Ambiental para a realização do processo. [18]

A primeira regeneração em escala industrial foi realizada no ano de 2000, dentro da própria área fabril da Barragem Hidroelétrica de Itaipu Binacional, com o óleo lubrificante usado nos reguladores de velocidade das unidades geradoras. Cada regulador de velocidade possui um volume de 15 mil litros de óleo lubrificante, totalizando 300 mil litros de óleo nas 20 unidades geradoras. [18]

O processo baseou-se no tratamento exclusivo de um lote de óleo removido de um determinado equipamento, de forma a restaurar as suas características originais e devolvê-lo ao serviço, sem necessidade de o trocar ou misturar com outro lubrificante de origem diferente naquele equipamento específico. [18]

O óleo regenerado só pôde ser usado após uma análise completa, de verificação dos parâmetros físico-químicos exigidos pela Itaipu Binacional.

Além disso o óleo lubrificante foi sendo monitorizado através de ensaios de laboratório e os testes realizados em duplicado: uma amostra no Laboratório Físico-químico da Itaipu; outra no Laboratório da Petrobras, que realizou os mesmos ensaios, garantindo a qualidade do produto regenerado. [18]

Estes testes laboratoriais permitem aferir a qualidade do óleo, possibilitando o cálculo do seu tempo de vida útil. Os parâmetros normalmente aferidos são ensaios físicos e químicos para verificar o teor de água, acidez, viscosidade, espuma, presença de metais, cor, sedimentos, teor de aditivo: DBPC – Dibutil Para-Cresol (método ASTM D 2668), e também o RBOT - Estabilidade à oxidação por bomba rotatória e demulsibilidade (método ASTM D 2272). Tem-se verificado ao longo dos anos que os

ensaios de DBPC e o RBOT estão entre os mais relevantes na determinação do grau de oxidação do óleo lubrificante e consequentemente o tempo de vida útil do óleo lubrificante. Um outro artigo da autoria de Thiago Zampar Serra, Eduardo José Cidade Cavalcanti, João Carlos Sihvenger e Nora Díaz Mora intitulado “*Análise comparativa do desempenho do óleo lubrificante tipo turbina antes e após regeneração*” demonstra os resultados destes testes aplicados precisamente ao óleo colocado nos reguladores de velocidade das unidades geradoras na turbina na Barragem Hidroelétrica de Itaipu Binacional.

Foram analisados 360 dados dos ensaios de RBOT e DBPC de nove unidades geradoras (antes e após a regeneração do óleo lubrificante) acumulados no banco de dados do laboratório de química de Itaipu. [19]

Os valores dos ensaios RBOT e DBPC foram ajustados numa função linear definida antes e após a regeneração, para a obtenção do coeficiente angular da reta. Através da determinação dos coeficientes angular da reta, foram obtidas médias e variâncias das unidades analisadas.

O teste t unicaudal verifica se uma média é maior do que a outra, identificando assim, se existe efeito da regeneração sobre o decaimento dos parâmetros avaliados [19].

Este teste foi realizado utilizando o software Microsoft Excel 2000 com opção média t (Student) para verificar se existe uma diferença significativa (confiança de 95% e erro de 5%) na queda dos dois parâmetros para óleos não regenerados e após a regeneração. [19]

Os parâmetros de referencia dos quais se aconselha a regeneração do óleo são os que possuem valores de RBOT <100 min; Índice de acidez > 0,25 mg KOH/g de óleo (método colorimétrico – ASTM 974) e teor de antioxidante DBPC < 0,1% [19]

A utilização do método estatístico para o ensaio DBPC veio confirmar, que a média do decaimento do ajuste linear de antes e após a regeneração para esse ensaio não são as mesmas. O valor $P(1,2 \text{ E-}6)$ é menor que 0,05, confirmando que o decaimento médio do DBPC é maior nos óleos regenerados (0,07322 % ao ano) do que os óleos sem regeneração (0,01122% ao ano).

Tabela 7 - Teste-t: duas amostras presumindo Variâncias diferentes do ensaio DBPC. Fonte: [19]

| DBPC | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | <i>Antes da regeneração</i> | <i>Após a regeneração</i> |
| Média % ao ano | -0,01122 | -0,07322 |
| Variância | 2,194E-05 | 0,00029244 |
| Observações | 9 | 9 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| Graus de liberdade | 9 | |
| Stat t | 10,49 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 1,2E-06 | |
| t crítico uni-caudal | 1,833 | |

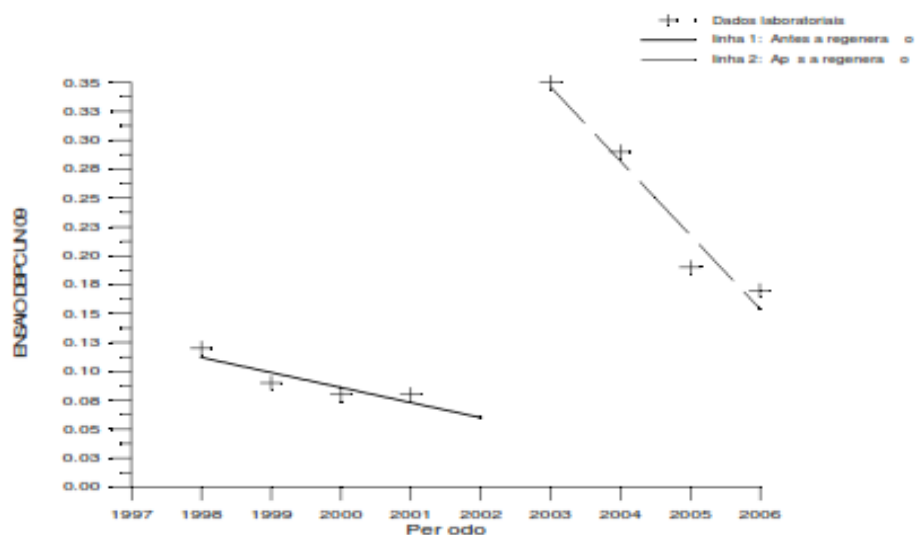


Figura 14 - Efeito da regeneração no parâmetro DBPC na unidade 09. *Fonte: [19]*

Após a regeneração do óleo lubrificante observa-se um maior declínio da reta indicando o efeito da regeneração do óleo. O período de vida do óleo regenerado é sistematicamente menor do que óleo novo.

Para o ensaio RBOT os resultados mantiveram-se idênticos ao de DBPC, ou seja, a média de declínio para o óleo regenerado (25,75 min ao ano) foi maior do que o óleo não regenerado (5,589 min ao ano).

Tabela 8 - Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes do ensaio RBOT. *Fonte: [19]*

| RBOT | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | <i>Antes da regeneração</i> | <i>Após a regeneração</i> |
| Média % ao ano | -5,588 | -25,75 |
| Variância | 16,20 | 25,91 |
| Observações | 9 | 9 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| Graus de liberdade | 15 | |
| Stat t | 9,322 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 6,232E-08 | |
| t crítico uni-caudal | 1,753 | |

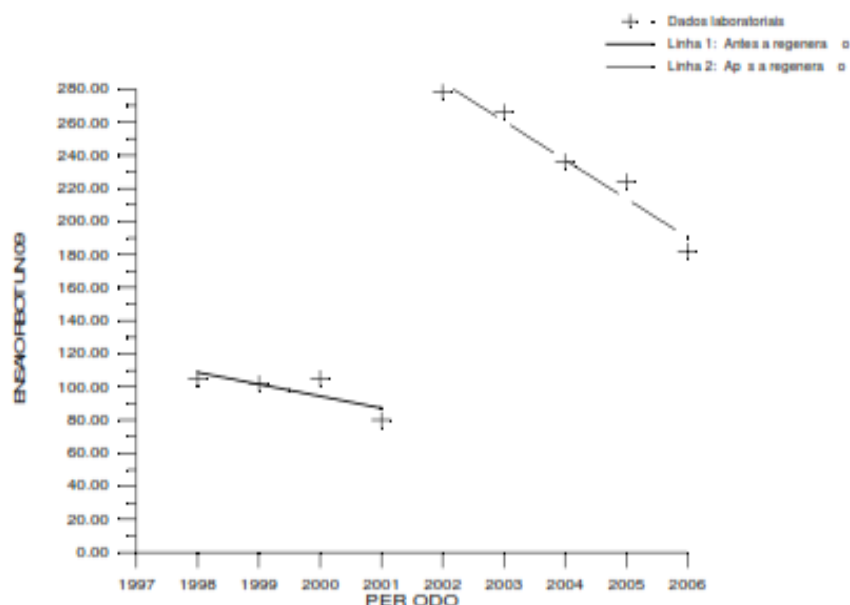


Figura 15 - Efeito da regeneração no parâmetro RBOT na unidade 09. *Fonte: [19]*

O comportamento desses parâmetros é semelhante, ou seja, à medida que cai o valor de DBPC, cai também o RBOT. Porém deve-se avaliar a possibilidade de existir outros inibidores naturais, que podem preservar um pouco mais o óleo lubrificante, mesmo que a quantidade de DBPC caia bastante. [19]

Apesar do estudo revelar que a taxa de variação dos valores antes e após a regeneração do óleo lubrificante, é diferente, ou seja, existe um efeito da regeneração no tempo de vida útil do lubrificante, esta pequena desvantagem do processo de regeneração dos óleos não foi impeditivo da aplicação dos mesmos em Itaipu uma vez que as vantagens econômicas e ambientais são mais significativas que este fator. [19]

De 2001 a maio de 2008, foram regenerados 248 mil litros de óleo, e apesar de ser admitida uma perda de até 5% no processo de regeneração do produto, a perda efetiva tem sido nula.

O artigo afirma que a iniciativa da Divisão de Engenharia de Manutenção Mecânica, de regenerar o Óleo Lubrificante, evitou expor o meio ambiente, no período de 2001 a 2008, a 148 mil litros de óleo usado, resíduo considerado danoso. O óleo que deixou de ser rejeitado poderia poluir 148 mil milhões de litros de água. Chegaram ainda à conclusão que a regeneração evitou não só a rejeição ou a queima do óleo lubrificante usado, como também a extração de recursos não renováveis para a produção de óleo novo. [18]

A Itaipu, com a atividade de regeneração, evitou gastos na ordem de R\$ 1.112.245,48 num período de pouco mais de sete anos. Além de relatar os impactos ambientais evitados com esta atividade, o artigo demonstra o benefício econômico gerado por esta iniciativa. [18]

2.3 Técnicas de tratamento e valorização de óleos usados

Entende-se por óleos usados quaisquer lubrificantes, minerais ou sintéticos, que se tenham tornado impróprios para o uso a que estavam inicialmente destinados.

Uma parte significativa destes óleos pode ainda ser aproveitada, embora o óleo se tenha degradado e contaminado durante a utilização. Em muitos casos verifica-se também uma contaminação adicional devido às condições de armazenagem.

O uso de óleos novos origina uma quantidade de óleos usados inferior à quantidade de óleos novos que lhe deu origem, uma vez que parte dos lubrificantes se consome por combustão ou se perde por fugas dos equipamentos.

Os óleos usados são classificados como resíduos perigosos, pois contêm inúmeros produtos que induzem graves riscos para a saúde e para o ambiente. A título de exemplo, contêm metais pesados, como cádmio, crómio e chumbo. Quando o óleo usado é derramado no solo ou na água, contamina estes recursos causando impactes negativos no ambiente.

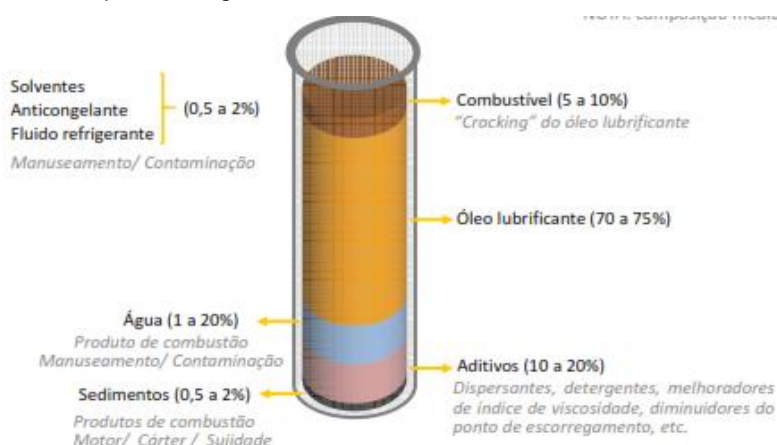


Figura 16 - Composição Média de um óleo usado. *Fonte: [21]*

Tabela 9 - Principais contaminantes dos óleos usados e sua origem. *Fonte: [20]*

| Contaminação proveniente dos aditivos | | | Contaminação externa | | |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elemento | Concentrações comuns (ppm) | Aditivo de origem | Elementos | Concentrações comuns (ppm) | Causas |
| Al | 5-30 | Gorduras | Al | | Desgaste do pistão (ligas Al-Sb) |
| Ca | 2.000-3.000 | Detergente, antioxidante, inibidores de corrosão | Ca | | Poeiras atmosféricas, água do circuito de arrefecimento. |
| Cl | 300-600 | Fluidos hidráulicos, isolantes, óleos de alta pressão | Fe | 50 a 100 | Desgaste e corrosão dos aços |
| B | 75-100 | Aditivos anti-desgaste, dispersantes | B | | Inibidor de corrosão proveniente da água de arrefecimento |
| Cu | 25-40 | Anti-oxidantes, anti-desgaste | Cu | | Desgaste e corrosão dos rolamentos e das ligas de cobre |
| Mg | 100-300 | Detergentes- inibidores | Mg | | Desgaste e corrosão causadas por ligas de Mg |
| N | 700-900 | Aditivos dispersantes, anti-oxidantes, gorduras | Ni | 3 a 5 | Desgaste e corrosão de algumas ligas de aço |
| Na | 50-100 | Anti-ferrugem | Na | | Sal (NaCl) |
| P | 800-1.200 | Antidesgaste, antioxidante, anti-corrosão | P | | Desgaste e corrosão do moto e seus segmentos |
| Pb | 50 | Aditivos de alta pressão | Pb | | Diluição pelo combustível, desgaste e corrosão dos revestimentos dos rolamentos |
| S(%) | 0.7-0.9 | Detergentes anti-desgaste, alta pressão, anti-oxidante | Si | | Poeiras atmosféricas, desgaste e corrosão de ligas de aços/silica, anti-corrosivos da água de arrefecimento |
| Si | 30-120 | óleos de base e anti-espumas | | | |
| Zn | 1.000-1.200 | Aditivos anti-desgaste, anti-oxidante, inibidores de corrosão | | | |
| Mo | 5-20 | Anti-desgaste, alta pressão | | | |

Constituem princípios fundamentais de gestão de óleos usados a prevenção da produção, em quantidade e nocividade, destes resíduos e a adoção das melhores técnicas disponíveis nas operações de recolha/transporte, armazenagem, tratamento e valorização, por forma a minimizar os riscos para a saúde pública e para o ambiente.

O regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e óleos usados, estabelece a seguinte hierarquia de operações de gestão de óleos usados:

- a) Regeneração;
- b) Reciclagem;
- c) Valorização.

Os óleos usados devem ser recolhidos seletivamente sempre que tecnicamente exequível e tratados em conformidade com os princípios da hierarquia de gestão de resíduos e da proteção da saúde humana e do ambiente.

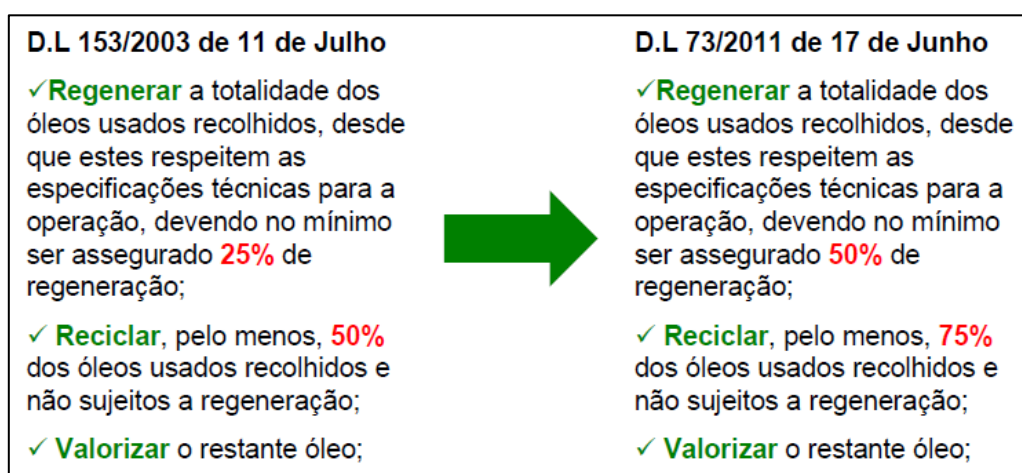


Figura 17 - Evolução da legislação quanto à hierarquia de operações de gestão de óleos usados. *Fonte: [20]*

O destino a dar aos óleos usados, é de extrema importância uma vez que no âmbito do quadro jurídico dos óleos usados é expressamente proibido:

- a) Qualquer descarga de óleos usados nas águas de superfície, nas águas subterrâneas, nas águas de transição, nas águas costeiras e marinhas e nos sistemas de drenagem, individuais ou coletivos, de águas residuais;
- b) Qualquer depósito e ou descarga de óleos usados no solo, assim como qualquer descarga não controlada de resíduos resultantes das operações de gestão de óleos usados;
- c) Qualquer operação de gestão de óleos usados ou de resíduos resultantes dessas operações sem a respetiva autorização exigível nos termos do presente diploma e demais legislação aplicável;
- d) Qualquer operação de gestão de óleos usados suscetível de provocar emissões atmosféricas que ultrapassem os valores limite previstos na legislação aplicável;

- e) A valorização energética de óleos usados na indústria alimentar, nomeadamente em padarias, nos casos em que os gases resultantes estejam em contacto com os alimentos produzidos;
- f) Qualquer mistura de óleos usados de diferentes características ou com outros resíduos ou substâncias, que dificulte a sua valorização em condições ambientalmente adequadas, nomeadamente para fins de regeneração.
- g) A mistura de óleos usados de características diferentes bem como a mistura de óleos usados com outros tipos de resíduos ou substâncias se tecnicamente exequível e economicamente viável e quando a mistura em causa impeça o tratamento dos óleos usados.

Considera-se que existem várias opções para o tratamento de óleos lubrificantes usados. Um dos tipos de tratamentos consiste em reverter o óleo usado para que este possa ser usado como óleo base para produzir óleos lubrificantes, processo a que se dá o nome de regeneração. Outra opção consiste em tratar os óleos usados de forma a produzir-se um material que, posteriormente, pode ser usado tanto como combustível como para outros fins (e.g., absorvente, óleo descofrante, etc.). Este tipo de tratamentos inclui, por exemplo, a limpeza de óleos usados, o fracionamento térmico e a gaseificação.

A Figura 18 descreve os processos de tratamento de óleos usados mais utilizados na Europa. [23]

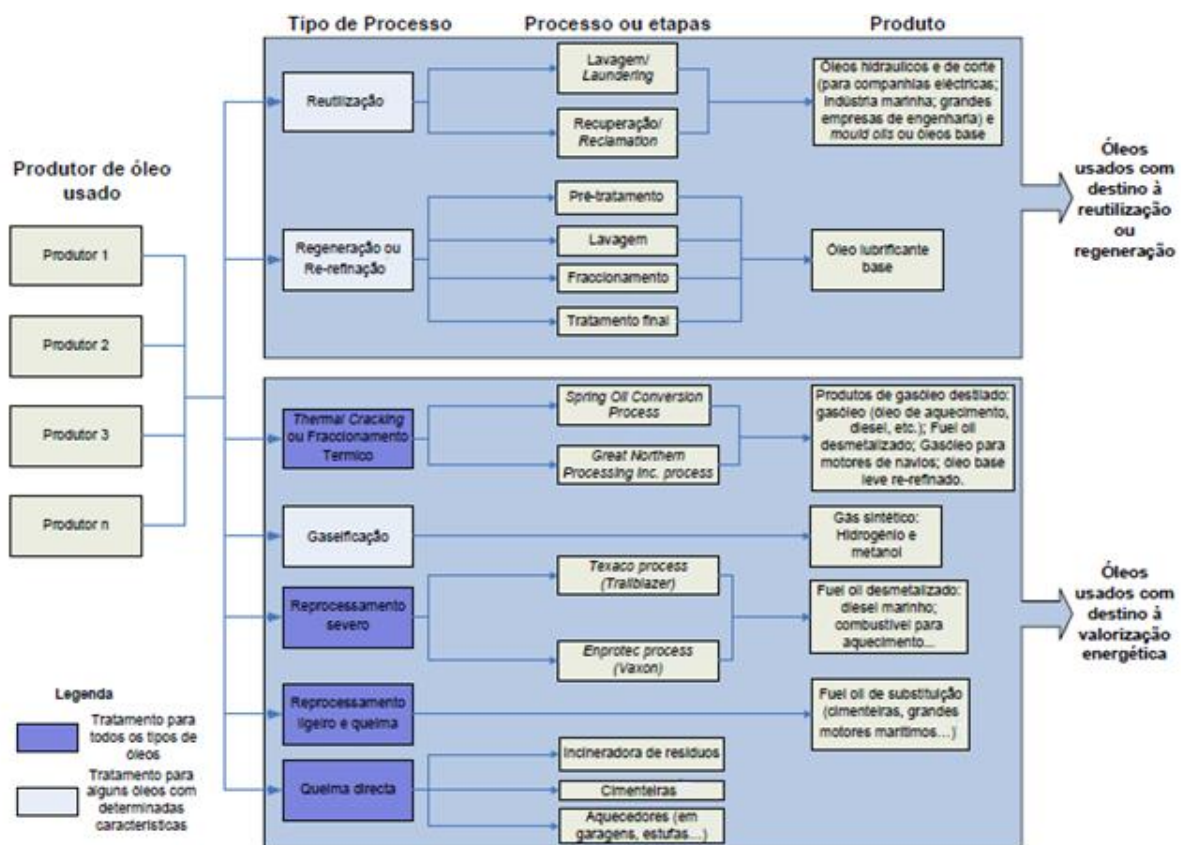


Figura 18 - Processo de tratamento de óleos usados. Fonte [23]

De seguida é feita uma descrição mais pormenorizada dos vários processos de tratamento dos óleos usados.

2.3.1 Reutilização

Existem dois métodos de recuperar óleos lubrificantes antes de os devolver aos consumidores:

- **Limpeza:** É um sistema de ciclo fechado, visto que gera, apenas algumas vezes, pequenas quantidades de óleo usado. É um método especialmente feito para tratamento de óleos hidráulicos e de corte usados. Remoção de sólidos por filtração, remoção de água e adição de aditivos permitem que o óleo regresse ao seu estado original, pronto para uma nova utilização.
- **Recuperação:** É um processo de reciclagem especialmente para óleos hidráulicos usados. Estes óleos são apenas centrifugados e/ou filtrados e posteriormente são usados, por exemplo, como óleo descofrante ou óleo base para produção de óleo para serras elétricas [2].

2.3.2 Regeneração

Para regenerar um óleo usado e transformá-lo num óleo base apropriado para produção de óleo lubrificante, é necessário proceder à limpeza e reabilitação do mesmo. Estes processos envolvem a remoção de impurezas, defeitos e/ou restos de produtos provenientes da sua anterior utilização. Geralmente, este processo remove todas as impurezas e aditivos, restando apenas o óleo base. Posteriormente, os produtores de lubrificantes adicionam substâncias a esta base de forma a obter um produto com as especificações necessárias de um óleo lubrificante virgem.

Os tratamentos de regeneração podem diferir, dependendo da tecnologia usada nas operações de fracionamento e tratamento final. Porém, de seguida apresentam-se as quatro etapas que são comuns à maioria dos processos. [26]

2.3.2.1 Pré-tratamento do óleo usado

Neste pré-tratamento são removidos a água e os sedimentos do óleo usado através de um simples tratamento físico-mecânico. As principais técnicas usadas são: sedimentação, filtração e centrifugação ou destilação.

Assim, o óleo usado recebido na instalação de tratamento é encaminhado para tanques onde permanece até se formarem três camadas: a camada de óleo, a camada de água e a camada inferior de lamas. Por vezes, utiliza-se uma fonte de calor, neste processo para reduzir a viscosidade do óleo. A sedimentação é utilizada, nestes casos, para remover água e lamas provenientes do óleo usado. Geralmente, a sedimentação ocorre por ação da força gravítica em tanques de decantação ou clarificadores, porém também se pode usar centrifugadoras ou destiladores.

A filtração, que é um processo de separação entre um sólido e um líquido ou fluido que está suspenso, pela passagem do líquido ou fluido através de um meio poroso capaz de reter as partículas sólidas. No caso dos óleos usados, é pela filtração através de um meio poroso como um filtro, peneira ou coador.

A centrifugação é um processo em que a força centrífuga relativa gerada pela rotação da amostra é usada para separar líquidos imiscíveis de diferentes densidades e para sedimentar sólidos em líquidos.

A destilação é o modo de separação baseado no fenómeno de equilíbrio líquido-vapor de misturas. É um método de purificação de uma mistura líquida formada por duas ou mais substâncias com volatilidades diferentes entre si. No caso dos óleos usados, este método pode ser utilizado, no pré-tratamento, para remover a água [23].

2.3.2.2 Limpeza de óleos usados

Este processo inclui a remoção de metais pesados, polímeros, aditivos e outros compostos de degradação e oxidação, através de dois processos alternativos:

- Limpeza com ácido – Os resíduos são removidos por contacto com ácido sulfúrico ou são precipitados para formar sulfatos (e.g., metais);
- Limpeza com argila – o óleo clarificado é misturado com argila que remove, por adsorção, qualquer composto polar ou indesejável ainda presente.

2.3.2.3 Fracionamento de óleos usados

Nesta etapa realiza-se um processo de separação física dos óleos bases utilizando as diferentes temperaturas de ebulição das componentes dos mesmos, para produzir duas ou três frações de destilação. São utilizadas unidades de destilação em vácuo que variam desde colunas de separação simples a colunas de destilação fracionada, tais como as que são utilizadas em refinarias de óleo mineral. [26]

2.3.2.4 Tratamento final dos óleos usados

Nesta etapa procede-se à última limpeza das diferentes frações produzidas durante a etapa de fracionamento, de forma a obter-se um produto com determinadas especificações (e.g., melhorar a cor, cheiro, estabilidade térmica e de oxidação, viscosidade, etc.). Esta etapa pode também incluir a remoção de Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) no caso em que se procede ao *hidrofinishing* severo ou extração por solvente (baixas temperaturas e pressão).

Desta forma existem cinco técnicas alternativas para esta etapa:

- Tratamento alcalino – É utilizado KOH (hidróxido de potássio) e NaOH (hidróxido de sódio) para melhorar as propriedades da cor;
- Tratamento com terra descorante – É um tratamento terciário para remover a coloração negra do óleo para que possa ser comparada visualmente ao óleo base virgem;
- Polimento de argila – Processo semelhante ao do ácido/argila mas não é usado ácido neste processo. É utilizado bentonite como argila. A argila é separada do óleo utilizando um filtro.

- Geralmente, o polimento com argila não produz um óleo base de qualidade tão elevada como o obtido após hidrotratamento e extração por solvente;
- Hidrotratamento – É removido cloro e enxofre do óleo usado através de altas temperaturas, numa atmosfera de hidrogénio e em contacto com catalisadores, sendo convertidos em HCl e H₂S, que posteriormente pode ser convertido em enxofre). Fósforo, chumbo e zinco são igualmente removidos através deste processo. A qualidade do destilado é muito elevada e as frações de petróleo são imediatamente comercializáveis;
- Extração por solvente – São removidos os HAPs dos óleos base através da sua extração para um solvente. Esta técnica melhora igualmente o índice de cor e de viscosidade. O óleo base usado como entrada neste processo deve ser de boa qualidade. Deste processo resulta um óleo base de elevada qualidade, o solvente usado (que é regenerado) e um pequeno fluxo de óleo base com elevadas concentrações de HAPs que é usado como combustível [23].

2.3.3 Valorização energética

Os óleos usados são úteis, devido ao seu poder calorífico e económico, principalmente quando usados como um combustível de substituição, particularmente para carvão, diesel e óleo combustível leve. Existem várias instalações de queima, que se diferenciam em parte pelas temperaturas a que efetuam as queimas, e em parte pela tecnologia de controlo que utilizam para reduzir efeitos ambientais nefastos. Pode ser necessário realizar vários tratamentos de limpeza ou de transformação antes de utilizar o óleo usado como combustível.

2.3.3.1 Fracionamento térmico (thermal cracking)

O fracionamento térmico ou *thermal cracking* utiliza calor para quebrar longas cadeias de hidrocarbonetos, tais como os que se encontram nos óleos usados, de forma a criar cadeias de tamanho mais reduzido e, conseqüentemente, combustíveis líquidos mais leves. Assim, grandes moléculas de hidrocarbonetos viscosos e pouco valiosos são convertidas em combustíveis líquidos mais valiosos e menos viscosos, podendo este produto variar desde combustível pesado desmetalizado a óleo lubrificante industrial leve, incluindo produtos de gasóleo e outros produtos para outros fins. [23]

Neste processo, toda a água presente é evaporada, visto que ocorre a altas temperaturas. Após a remoção da água e antes da etapa de fracionamento, a maioria dos metais pesados é removido nas lamas ou através de tratamentos com ácido. O óleo pré-tratado é, então, termicamente fracionado a 420°C e a baixas pressões (sem a presença de catalisadores). Posteriormente, produz-se um combustível (gasóleo) comercializável por destilação e estabilização.

É ainda importante notar que as condições dos processos de fracionamento térmico podem ser alteradas de modo a diferir a intensidade do “*cracking*” para cada caso, formando, assim, produtos diferentes.

2.3.3.2 Gaseificação

O processo de gaseificação é um processo de tratamento de resíduos perigosos mundialmente usado. [2].

Através deste processo é possível tratar materiais de resíduos perigosos que contêm tanto compostos orgânicos como metais pesados. Os compostos orgânicos são convertidos em gás sintético que pode ser usado como combustível ou como intermediário químico, composto principalmente por hidrogénio e monóxido de carbono. A maior parte dos metais pesados é misturada juntamente com a matéria mineral residual transformando-se em escória de vidro.

Os resíduos são colocados num reator com baixos teores de oxigénio (oxidação parcial), a temperaturas que variam entre 1205°C e 1455°C e a pressões acima de 15 bar. Estas condições severas destroem os hidrocarbonetos e os compostos orgânicos presentes na matriz residual e evitam igualmente a formação de co-produtos orgânicos indesejáveis associada ao processo de conversão de outros combustíveis fósseis. O gás sintético produzido neste processo pode ser usado como reagente para sínteses químicas ou como combustível limpo para produção de energia elétrica quando incinerado numa turbina de gás. Não se produzem contaminantes orgânicos, além do metano e a eficiência de remoção e de destruição é superior a 99,99%. [12]

2.3.3.3 Reprocessamento rigoroso

Este processo de queima após reprocessamento rigoroso tem como objetivo separar a fração de óleo usado da fração de fundo menos desejável que contem metais, cinza não-combustível, areia e brita. O reprocessamento rigoroso transforma os óleos usados em combustíveis que podem ser queimados em condições semelhantes às de outros óleos combustíveis.

Esta técnica utiliza colunas *flash* e colunas de destilação (em vácuo) para produzir um combustível mais limpo e apropriado para ser usado. Existem tratamentos químicos (ácido/argila, extração por solvente, extração com propano, etc., sem etapa de tratamento final) assim como tratamentos térmicos (processo *Trailblazer*, processo *Vaxon*, etc.). De seguida, apresentam-se os processos disponíveis no mercado atualmente: [26]

- Processo Vaxon – Processo que consiste de uma série de evaporadores de ciclone em vácuo, seguido de um tratamento químico do destilado obtido. O processo consiste das seguintes etapas:
 - A primeira etapa consiste na remoção de água e nafta;
 - Na segunda etapa é removido o gasóleo, óleos *spindle* (óleos com baixa viscosidade utilizados em máquinas) ou óleo combustível leve da massa de óleo usado;
 - A terceira e quarta etapa separam diferentes frações de destilação (em que todos os metais, aditivos, sedimentos, hidrocarbonetos pesados e compostos de degradação estão concentrados).

As frações destiladas resultantes no final do processo têm então boa qualidade para serem utilizados como combustíveis industriais.

- Processo Trailblazer – O óleo usado, neste processo é desidratado através de uma fonte de calor e posteriormente sofre uma destilação em vácuo para produzir três fluxos de saída. É possível produzir 80% de óleo destilado sem cinza através deste processo. [23]
- Processo de de-asphalting com propano (PDA) – Neste caso, o óleo é misturado com propano líquido a alta pressão e temperatura ambiente na unidade de *de-asphalting*, para separar a fração residual asfáltica. As componentes insolúveis em propano (a fração asfáltica que contém carbono, aditivos metálicos, resinas, aditivos, polímeros, compostos de degradação e asfalto) precipitam e podem ser removidas por sedimentação. [23]

2.3.3.4 Reprocessamento ligeiro

Esta técnica é aplicada para limpar os óleos usados e otimizar as propriedades físicas, para que possam ser utilizados como combustível.

O tratamento consiste de uma primeira etapa de sedimentação de sólidos e água, com a ajuda de calor (70/80°C) e um agente desmulsificador. O óleo usado clarificado pode ainda ser decantado e pode passar por uma série de filtros. A água residual e os sedimentos, resultante do processo, são tratados. [26]

Existem também outros processos de reprocessamento ligeiro que envolvem outras etapas como por exemplo o da desmineralização química. Neste caso, o óleo sofre um tratamento para limpá-lo de contaminantes químicos e aditivos. O processo químico depende da precipitação de sais, tais como, os fosfatos, oxalatos e sulfatos. O combustível residual é apropriado para queima e produz menos poluentes do ar devido ao processo de pré-tratamento. A água é removida através de calor e de um agente desmulsificador e o precipitado é removido por sedimentação e filtração. Nesta etapa é gerado um concentrado de resíduos perigosos. [26]

A centrifugação e a filtração por membrana podem ser incluídas como etapas no processo de reprocessamento ligeiro. A filtração por membrana produz um óleo reciclado de elevada qualidade, um concentrado de óleo residual e água residual. [23]

2.3.3.5 Queima direta

A queima de óleos usados sem qualquer tratamento é uma opção de tratamento/eliminação, utilizado ao largo da Europa, variando em popularidade dependendo das circunstâncias económicas e legislativas de cada país. Existem quatro sectores identificados onde os óleos usados são queimados diretamente: fornos de cimento; incineradoras de resíduos; como combustível/agente redutor em altos-fornos e em grandes instalações de combustão.

2.4 Análise Ambiental

A comparação entre a regeneração e outras formas de tratamento ou obtenção de óleos lubrificantes no que diz respeito aos possíveis impactos ambientais impõe-se sempre que se pretende estudar a viabilidade de implementação de uma nova tecnologia como esta da regeneração de lubrificantes usados.

Um estudo do Institute for Energy and Environmental Research (IFEU) pegou nesta temática e comparou o impacto que a regeneração de lubrificantes usados teria em seis indicadores de desempenho ambiental (esgotamento de recursos, efeito de estufa, acidificação, eutrofização, o potencial risco cancerígeno e emissões de partículas finas) quando comparado com a produção primária de lubrificantes ou a coíncineração.

2.4.1 Regeneração vs. Produção Primária

A produção primária de lubrificantes pressupõe a obtenção dos mesmos a partir de um processo de refinação, ou seja a exploração de um recurso não renovável.

A regeneração de lubrificantes, por sua vez, promove a reutilização de um lubrificante usado após sofrer um processo de tratamento complexo que devolve ao óleo lubrificante características que cumprem todas as disposições legais, incluindo parâmetros exigidos pelo Protocolo de Quioto. [33]

O estudo do IFEU comparou a relação entre o impacto ambiental da regeneração de lubrificantes usados e o impacto ambiental que resultaria da produção primária dos mesmos tendo em conta o rácio entre o impacto médio da regeneração e o impacto médio da produção primária, em relação aos seis indicadores de desempenho ambiental acima referidos (GERIR)

A figura 19 mostra os resultados obtidos:

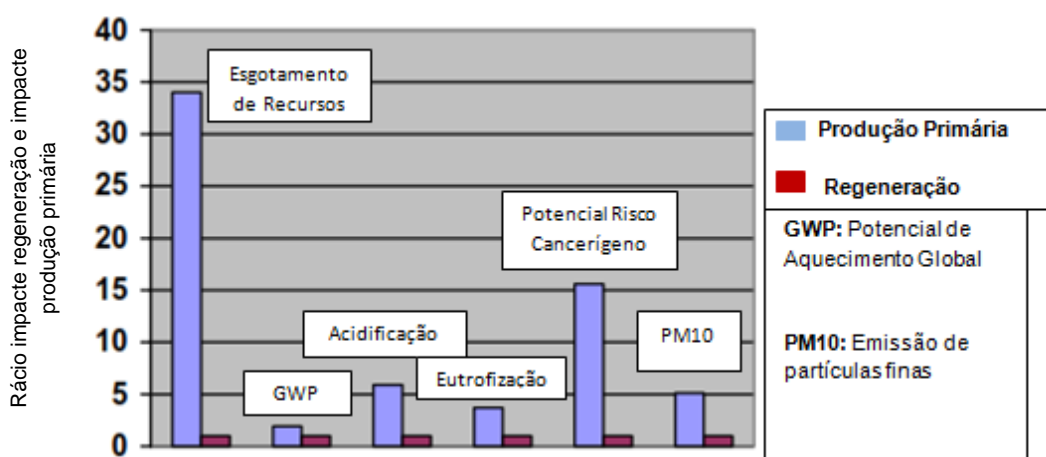


Figura 19 - Visão geral dos impactos ambientais de regeneração vs produção primária. Fonte: [33]

Como se pode observar, a figura 19, demonstra que a regeneração tem um impacto ambiental consideravelmente menor do que os processos primários de extração de lubrificantes. Por exemplo, a produção primária representa um impacto ambiental trinta e quatro vezes superior à regeneração no que diz respeito ao esgotamento de recursos.

2.4.2 Regeneração vs. Incineração

O desempenho ecológico da regeneração de óleos usados é frequentemente comparado a incineração de óleos usados em fornos de cimento. [33]

Mais uma vez o estudo do IFEU comparou o impacte ambiental entre a regeneração e a incineração no que diz respeito aos seis indicadores de desempenho ambiental acima mencionados. [33]

A figura 20 indica o nível de impacte ambiental quando são substituídos os combustíveis tradicionais nos fornos de cimenteiras – carvão, pet coke, petróleo e gás natural- por óleo usado, comparando-os com os impactes ambientais causados pela regeneração de óleos usados.

O valor de referência zero indica o impacte causado pela regeneração de óleos usados. Valores acima de zero, indicam maior impacte ambiental da queima de óleos usados em relação á sua regeneração e valores abaixo de zero, indicam menor impacte ambiental da queima de óleos usados em relação à sua regeneração. As unidades de comparação usadas foram a diferença entre incineração e regeneração em carga média por habitante (PEV) por cada 600,000 Mg de óleo usado [33]

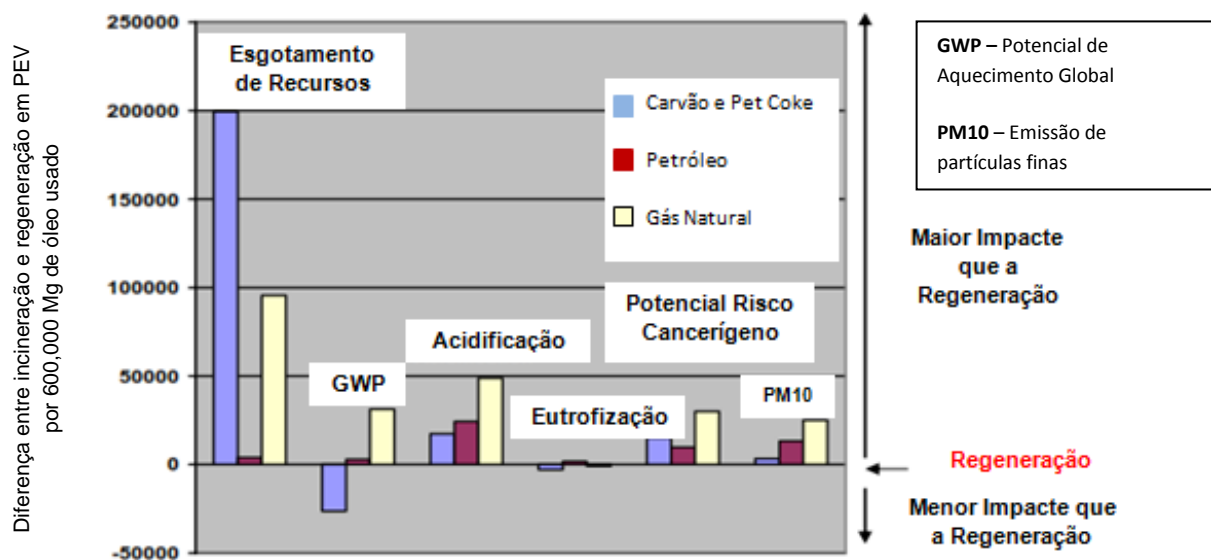


Figura 20 - Nível de impacte ambiental quando são substituídos os combustíveis tradicionais nos fornos de cimenteiras por óleo usado, comparando-os com os impactes ambientais causados pela regeneração de óleos usados. *Fonte: [33]*

Conforme espectável o uso de óleos usados como combustível em fornos de cimenteiras tem na sua generalidade um impacte ambiental maior que a regeneração do óleo usado e queima de outros combustíveis tradicionais.

Faz-se a ressalva no que diz respeito ao indicador do aquecimento global em que incinerar óleos usados tem um menor impacte ambiental que regenerar o óleo usado e queimar carvão e pet coke.. Isto deve-se ao relativamente alto conteúdo em carvão e baixo calor de combustão do pet coke.

Assim, tendo em conta todos os indicadores analisados, comprovadamente, regenerar óleos usados é na sua generalidade menos impactante que a opção de os incinerar.

Outros estudos a nível internacional apontam na mesma direção.

Um estudo elaborado pelo Oekopol, por encomenda do Ministério do Ambiente do Estado alemão da Baixa Saxónia, conclui igualmente que a regeneração de óleos usados é largamente preferível à queima, sendo a conclusão menos clara apenas se os óleos usados forem utilizados para substituir carvão, dado basicamente os elevadíssimos custos energéticos da mineração do carvão. [33]

Há ainda que ter em conta que um óleo usado pode ser regenerado diversas vezes, mas só pode ser queimado uma vez (o que dado a escassez de recursos é um fator ambiental e de sustentabilidade importante a acrescentar ao fator económico). [33]

Perante os resultados destes estudos é seguro afirmar-se que a regeneração de lubrificantes usados é extremamente importante do ponto de vista ambiental. Não só reduz o significativo impacto ambiental da produção primária de lubrificantes como é também a opção de recuperação mais vantajosa, por exemplo, quando comparada com a inceneração.

Os óleos lubrificantes regenerados apresentam benefícios ambientais tais como, a não recorrência a recursos não renováveis como a recriação de produtos modernos de origem em bases regeneradas com baixo teor de sulfuretos, compostos aromáticos e de fosfatos, satisfazendo as necessidades dos fornecedores e cumprindo assim as disposições do Protocolo de Quioto. [33]

A Directiva comunitária n.º 87/101/CEE do Conselho, de 22 de Dezembro de 1986, relativa à eliminação dos óleos usados e que se encontra transposta para o direito interno, estabelece que os Estados-membros devem dar prioridade à regeneração no tratamento dos óleos usados, sempre que técnica e economicamente possível.

Infelizmente a concorrência feroz para o fornecimento dos óleos usados e o baixo custo dos óleos usados como combustível, o que é ainda mais acentuada pela isenção do imposto, tem dificultado o desenvolvimento da regeneração. [33]

Apesar disso, a indústria de regeneração Europeia nos últimos anos tem feito avanços tecnológicos significativos em termos da qualidade dos produtos regenerados, eficiência da produção e impacto ambiental, colocando-os em pé de igualdade com os óleos de base virgens e fornecendo uma importante alternativa económica. [33]

No entanto, a fim de encorajar o investimento na regeneração, é importante perceber o potencial económico e ambiental desta tecnologia e garantir um futuro para esta indústria na Europa.

A regeneração deve permanecer uma prioridade da gestão de resíduos da UE.

2.5 Empresas em Portugal de gestão e tratamento de óleo lubrificante usado

Até ao ano 2000, a gestão dos óleos usados era realizada através de várias empresas que estabeleciam um sistema de recolha porta-a-porta, pagando às garagens e estações de serviço pelo óleo usado. Esse óleo era sujeito a uma operação de pré-tratamento durante a qual lhe era retirado a água e as partículas sólidas, sendo depois vendido para alimentar caldeiras e equipamentos similares em substituição do óleo *fuel*. Os níveis de recolha até então eram fracos e prendiam-se ao facto de não existir uma rede oficial de recolha que abrangesse todo o território nacional.

A atividade de regeneração de óleos, até à data referida, não tinha sido economicamente atrativa, sobrevivendo, por vezes, na base dum sistema de subsídios (os óleos base produzidos a partir da regeneração de óleos usados não tinham valor no mercado português). Os óleos lubrificantes, mesmo depois de usados, têm um poder calorífico muito elevado, e por este motivo, são os primeiros resíduos a interessar às cimenteiras no esquema da coíncineração. Em 2002, Portugal foi alvo de uma queixa por parte da Comissão Europeia por ter dado prioridade à coíncineração em detrimento da reciclagem de lubrificantes para veículos e motores.

As apostas do governo reverteram, primeiramente, para dar prioridade à reciclagem dos óleos, encomendando estudos sobre a matéria.

Assim sendo e após a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 153/2003, relativo à eliminação dos óleos usados foi criada a SOGILUB que viria a assegurar a implementação de um efetivo procedimento de recolha e tratamento dos óleos usados e apresentaria, até finais de 2006, um estudo de viabilidade técnico-económica da implementação de uma unidade de regeneração destes produtos em Portugal. [16]

Os resultados do estudo efetuado permitiram concluir que, do ponto de vista técnico, era viável a instalação de uma unidade de regeneração em Portugal, visto existirem tecnologias desenvolvidas e em desenvolvimento que podiam ser adaptadas à realidade nacional. Contudo, também se verificou que os aspetos de natureza ambiental deveriam ser salvaguardados, de modo a reduzir o impacto deste tipo de unidades, que para certas tecnologias ainda é bastante apreciável. Relativamente à viabilidade económica, não foi possível obter conclusões tão seguras, uma vez que essa viabilidade é dependente de várias condicionantes. A instalação de uma unidade de regeneração em Portugal, dada a reduzida dimensão de geração de óleos usados, é viável apenas no caso das tecnologias apresentarem valores de investimento reduzidos e custos de operação também relativamente baixos. [15] Apesar de todas as condicionantes relativas à regeneração, o Decreto-Lei n.º 153/2003, dá prioridade a esta opção, em detrimento da reciclagem e da valorização energética.

2.5.1 Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda SOGILUB

Em Portugal, a SOGILUB, é a entidade licenciada para exercer a atividade de gestão integrada de óleos lubrificantes usados, incluindo a organização da recolha, transporte, armazenagem, tratamento e valorização (nomeadamente, regeneração, reciclagem e valorização energética), a realização de estudos, campanhas, promoções e ações de comunicação, assim como, o desenvolvimento e manutenção informática de bases de dados.

A SOGILUB foi licenciada pelo Despacho conjunto n.º 662/2005. D.R. n.º 171, Série II de 2005-09-06, iniciando a sua atividade a 1 de janeiro de 2006, abrangendo simultaneamente o Continente e as Regiões Autónomas. A licença foi entretanto prorrogada através do Despacho n.º 4364/2011. D.R. n.º 49, Série II de 2011-03-10, com efeitos a partir de 1 de Janeiro de 2011 e é concedida pelo prazo de três meses, sendo automaticamente renovável por iguais períodos até à emissão da nova Licença. Recentemente a SOGILUB obteve uma nova licença através do despacho 4383/2015 de 30-04-2015. A entidade gestora organiza e conduz o sistema integrado de gestão de óleos usados (SIGOU). Em 2006 a entidade gestora criou a marca ECOLUB, com o objetivo de adotar uma nova imagem para a empresa e para o SIGOU, tendo a mesma sido implantada em 2007.

Desde Novembro de 2009 que a SOGILUB tem os seus sistemas de gestão da qualidade e ambiente certificados pela SGS ICS – Serviços Internacionais de Certificação, de acordo com os princípios das normas internacionais NP EN ISO 9001 e NP EN ISO 14001, respetivamente. Mais recentemente em Agosto de 2014, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) atribuiu à SOGILUB o registo no sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS). Desta forma, a SOGILUB passou a integrar a restrita lista de organizações EMAS, com o número de registo PT – 000113, para o âmbito: “Prestação de serviços de gestão integrada de óleos lubrificantes usados, incluindo a organização da recolha, transporte, armazenagem, tratamento e valorização, a realização de estudos, campanhas, promoções e ações de comunicação, bem como o desenvolvimento e manutenção informática de base de dados.”

A SOGILUB é uma pessoa coletiva, sem fins lucrativos, estando vedada a distribuição de lucros do exercício aos sócios (a Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas (APETRO) detém 60% do capital social e a Associação Portuguesa das Empresas Gestoras e Recicladoras de Óleos Usados (UNIOIL) detém os restantes 40%), sendo os seus resultados contabilísticos obrigatoriamente reinvestidos ou utilizados na sua atividade ou atividades conexas, podendo ser constituídos em provisões ou reservas para operações futuras.

Na composição da entidade gestora fazem parte, além dos produtores de óleos novos, os operadores de gestão de óleos usados e demais intervenientes no circuito de gestão dos óleos, estabelecendo assim contacto com os diversos parceiros.

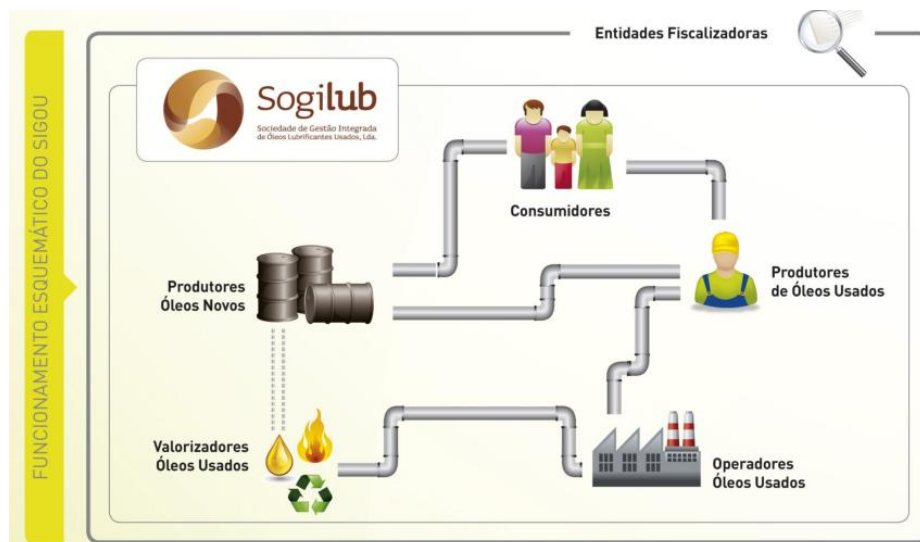


Figura 21 - Associados e interlocutores da SOGILUB. *Fonte: [22]*

O financiamento e a gestão operacional do SIGOU ficam assegurados pelos produtores de óleos novos (PrON) que são responsáveis pelo destino dos óleos usados gerados, sendo condição obrigatória para a colocação de óleos novos no mercado nacional a adesão daqueles a um sistema individual ou a um sistema integrado de gestão de óleos usados pagando o denominado ECOVALOR. De igual modo, os produtores de óleos usados (PrOU) são responsáveis pela sua correta armazenagem e integração num sistema integrado de gestão de óleos usados. No final de 2007, o sistema integrado incluía um total de 293 PrON, que haviam transferido a responsabilidade pela gestão dos óleos usados gerados para o SIGOU, através do pagamento do serviço (prestação financeira denominada por ECOVALOR e que remontava, em 2007, a 63€/tonelada acrescido de IVA) correspondente à quantidade dos óleos novos colocadas no mercado[16]. Hoje em dia o ECOVALOR foi revisto e desde 1 de Maio de 2015 cada PrON que transfira para a SOGILUB a responsabilidade pela gestão dos óleos usados pagará 50€, acrescido de IVA, por cada tonelada de óleo novo colocado no mercado. [22]

A fiscalização do SIGOU compete a um Conselho Fiscal, que é responsável pelo controlo das características e verificação da conformidade dos óleos usados junto às unidades de tratamento e nos produtores dos mesmos. Este conselho fiscal é normalmente constituído por instituições como a APA, Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT), Serviços de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA) e Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE).

São competências da SOGILUB como entidade gestora do sistema integrado de gestão de óleos usados:

- a) Organizar a rede de recolha/transporte, celebrando os contratos necessários com os operadores de gestão de óleos usados registados para o efeito e ou com os municípios, associações de municípios e sistemas multimunicipais de gestão de resíduos sólidos urbanos ou seus concessionários, devendo esses contratos fixar os encargos decorrentes dessa atividade;

- b) Assegurar os objetivos de gestão previstos no presente regime jurídico, celebrando os contratos necessários com os operadores de gestão de óleos usados licenciados/autorizados para o efeito, devendo esses contratos fixar as receitas ou encargos determinados pelo destino a dar aos óleos usados;
- c) Criar e assegurar a implementação do sistema de controlo dos óleos usados, previsto no artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, relativo às regras de amostragem e análise
- d) Decidir sobre o destino a dar a cada lote de óleos usados, respeitando a hierarquia estabelecida para as operações de gestão e tendo em conta os objetivos fixados no artigo 4.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, relativo aos objetivos de gestão
- e) Definir, implementar e manter tecnologicamente atualizado um sistema informático que permita o tratamento, em tempo real, dos dados a que se refere o artigo 22.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, relativo à obrigação de comunicação de dados pela entidade gestora
- f) Promover a realização de campanhas de sensibilização sobre os princípios e regras de gestão dos óleos usados e sobre os possíveis impactos negativos para a saúde e para o ambiente decorrentes da sua gestão não adequada, de estudos de viabilidade técnico-económica de novos processos de regeneração e de reciclagem a implementar a nível nacional, e de projetos de investigação no domínio da redução dos teores de substâncias poluentes.

Na Figura 22 é apresentado, de forma esquemática, o circuito dos óleos usados gerido pela SOGILUB.



Figura 22 - Esquema de funcionamento do SIGOU. Fonte: [22]

Os óleos usados são produzidos em diversas atividades, nomeadamente nas indústrias (e.g. lubrificação de máquinas/equipamentos). Algumas destas empresas são grandes detentoras de óleos usados, embora existam outras que sejam pequenos detentores.

Em qualquer das situações os óleos usados devem ser recolhidos por operadores licenciados transportados para instalações onde é efetuado o tratamento prévio e depois encaminhados para regeneração, reciclagem ou valorização energética tal como indica o esquema da figura 21.

A atividade de recolha dos óleos usados no âmbito do SIGOU é assegurada por um conjunto de empresas que operam na totalidade do território nacional – Portugal Continental, Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira – garantindo a recolha diretamente nas instalações dos PrOU. A tabela 10 apresenta os operadores de recolha de todo o território nacional.

Uma boa recolha de óleos deve garantir:

- Recolha seletiva por tipologia de óleos usados (mistura proibida por lei);
- Garantir o conhecimento da composição do óleo que se recolhe, em cada produtor;
- Garantir que não são misturados contaminantes “não naturais” no óleo, tal como: solventes, líquidos anti-congelantes, águas de lavagem;
- Garantir que o óleo usado não contém PCB’s ou cloro;
- Recolha deve ser realizada com meios afetos em exclusivo para evitar contaminações cruzadas;

Com uma boa recolha, maximiza-se a possibilidade de regeneração dos óleos

Tabela 10 - Estrutura de recolha e tratamento de óleos usados da SOGILUB em Portugal. *Fonte: [13]*

| Empresa | Operadores | Operações | | |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Rec./Trans. | Armazen. | Tratam. |
| Portugal Continental | | | | |
| Sisav – Sistema Integrado de Tratamento e Eliminação de Resíduos, S.A. | Sisav – Sistema Integrado de Tratamento e Eliminação de Resíduos, S.A. | - | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | EGEO - Tecnologia e Ambiente, S.A. | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| | Lourióleo – Comércio de Óleos e Sucatas, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| Carmona, Sociedade de Limpeza e Tratamento de Combustíveis, S.A. | Carmona, Sociedade de Limpeza e Tratamento de Combustíveis, S.A. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Mundirecicla, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| | Manuel Pontes Rosa | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| Safetykleen Portugal - Solventes e Gestão de Resíduos, S.A. | Safetykleen Portugal - Solventes e Gestão de Resíduos, S.A. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| | Lumiresíduos, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| Correia & Correia, Lda. | Correia & Correia, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Palmiresíduos, Combustíveis e Resíduos, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| José Maria Ferreira & Filhos, Lda. | José Maria Ferreira & Filhos, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| | Palmiresíduos, Combustíveis e Resíduos, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| Região Autónoma dos Açores | | | | |
| Bensaude, S.A. | Bensaude, S.A. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| | Bencom, Armazenagem e Comércio Combustíveis, S.A. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| | Varela & C.ª, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| Região Autónoma da Madeira | | | | |
| Valor Ambiente, Gestão e Administração de Resíduos da Madeira, S.A. | Transfundoa Transportes, Lda. | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| | Apicius- Reciclagem de Resíduos, Lda. | - | <input checked="" type="checkbox"/> | - |

O processo de recolha e descarga do óleo na operadora de gestão de resíduos é um processo que sofre algum controlo de qualidade de forma a garantir que o óleo lado recolhido cumpre os limites de aceitabilidade para ser sujeito a pré-tratamento. A figura 23 resume esta fase do processo.

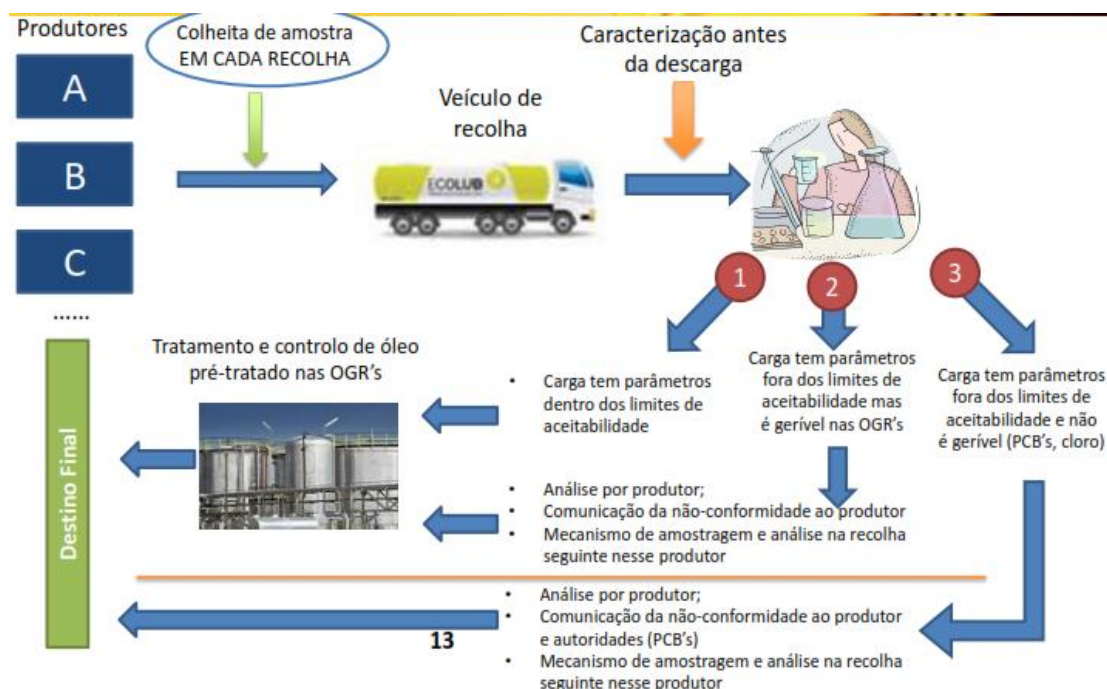


Figura 23 - Controlo analítico do óleo usado desde a colheita da amostra até ao seu envio para pré-tratamento.

Fonte: [22]

Todos os óleos usados recolhidos no âmbito do SIGOU que cumprem os limites de aceitabilidade são encaminhados para destino final nomeadamente para regeneração ou reciclagem, tendo em consideração o cumprimento dos objetivos nacionais de gestão de óleos usados estabelecidos na legislação. A figura 24 indica as quantidades de óleos lubrificantes usados recolhidos e seu destino final entre os anos de 2006 e 2014. [13]

Por sua vez os óleos usados recolhidos que não cumpram os limites de aceitabilidade são estarão excluídos do âmbito da gestão da SOGILUB. A responsabilidade pela gestão deste resíduo é do Produtor, conforme legislação específica. [13]

Estes são assim encaminhados para unidades de pré-tratamento, onde se procede à remoção de impurezas e substâncias contaminantes. Este tratamento consiste em extrair contaminantes, como água e sedimentos, ao óleo usado de modo a cumprir a legislação em vigor, nomeadamente em relação à sua utilização como combustível. Na tabela 12 constam os vários tratamentos e destinos deste tipo de óleos usados.



Figura 24 – Toneladas de óleos lubrificantes usados recolhidos e seu respectivo destino final entre os anos de 2006 e 2014. *Fonte: [22]*

A título de exemplo e considerando a totalidade dos óleos lubrificantes usados regenerados e reciclados em 2014 pela SOGILUB, no valor de 21 329 toneladas, verifica-se que correspondem a 87% do total de óleos lubrificantes usados recolhidos. Este valor encontra-se acima do requisito definido no Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, que estabelece em 75%. [13]

As restantes 3130 toneladas, que representam cerca de 13% do total de óleos lubrificantes usados recolhidos, correspondem:

- Aos óleos que não cumpriam as especificações e que por isso foram encaminhados para as várias opções de tratamento - cerca de 2717 toneladas como se pode constatar na tabela 12;
- À variação anual de stock - cerca de 413 toneladas, que se podem observar na tabela 12.

A mesma explicação pode ser dada para os restantes anos. Todos estes dados são divulgados nos relatórios anuais da SOGILUB que são publicados no seu site.[13]

Tabela 11- Análises de 2014 fora das especificações. *Fonte [13]*

| Amostras | Parâmetro | Limites máx. (licença Sogilub) | Análises fora de especificação |
|-----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Acima do limite | PCB | 50 ppm | 0 |
| | Cloro | 2.000 ppm | 34 |
| | Sedimentos | 3% | 318 |
| | Água e Sedimentos | 8% | 2367 |

Tabela 12 - Fluxo de massas no SIGOU. *Fonte [13]*

| Óleos lubrificantes usados recolhidos | | |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| F | Óleos recolhidos e enviados para tratamento | 24 459 |
| F1 | Variação anual de Stock 1 (óleos usados nas unidades de armazenagem intermédia) | -7 |
| Tratamento | | |
| G1 | Variação anual de Stock 2 (óleos usados nas unidades de trat. a aguardar tratamento) | 121 |
| H1 | Sedimentos (eliminação / outros) | 662 |
| H2 | Águas (tratamento físico-químico) | 1 973 |
| H3 | Sedimentos (deposição em aterro) | 82 |
| H4 | Variação anual de Stock 3 (óleos usados já tratados a aguardar envio para destino final) | 292 |
| Destino final | | |
| I | Óleos usados regenerados | 14 882 |
| J | Óleos usados reciclados | 6 447 |
| K | Óleos usados valorizados energeticamente | 0 |

Dada a importância que assume hoje em dia a valorização dos óleos usado importa debruçar-nos um pouco sobre as tecnologias e as empresas cujo âmbito se foca nesta atividade. Na tabela 13 apresentam-se as empresas responsáveis por cada tipo de valorização e a respetiva localização. [16]

Tabela 13 – Destinos finais de óleos lubrificantes usados. *Fonte [13]*

| Unidade | Localização | Regeneração | Reciclagem | Val. energética |
|----------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| AVISTA OIL | Alemanha | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| AVISTA OIL | Dinamarca | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| ARGEX | Portugal | - | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| BAUFELD | Alemanha | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| CATOR | Espanha | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| ENVIROIL II | Portugal | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | - |
| SERTEGO | Espanha | <input checked="" type="checkbox"/> | - | - |
| Total | | 6 | 2 | 0 |

2.5.2 Enviroil

A Enviroil, criada em 2002, com sede na zona industrial de Cotôas, em Torres Novas é atualmente a única empresa em Portugal que se dedica à produção de bases regeneradas. Tem como missão a reciclagem de óleos minerais usados, garantindo o cumprimento de regras ambientais e de segurança adequadas à sua atividade, procurando criar valor aos seus acionistas, clientes e colaboradores. A sua visão é tornar-se uma empresa de referência no seu mercado, consolidando diariamente a sua posição de líder, assumindo-se como peça incontornável na prossecução das políticas nacionais de reciclagem. [20]

Com o objetivo de prosseguir a visão traçada, a 17 de Julho de 2014, foi inaugurada a Unidade de Regeneração de Óleos Usados da Enviroil, situada no Eco Parque do Relvão, na Carregueira, concelho da Chamusca. Esta unidade é a primeira do país capaz de transformar os óleos lubrificantes em matéria-prima principal usada na fabricação de novos óleos lubrificantes. [20]

A ideia da construção da unidade surgiu há seis anos, e desde então a Enviroil foi desenvolvendo estudos de viabilidade técnica e económica assim como de escolha da tecnologia mais adequada ao seu processo de regeneração do óleo. Atualmente conta com uma capacidade instalada de 20.000 ton./ano de óleos usados (55% do óleo usado potencial do mercado português) e uma capacidade instantânea de armazenagem de hidrocarbonetos: 2.710 m. [20]

O processo escolhido pela Enviroil, assenta essencialmente na destilação, mas com 3 colunas;

Foram realizados vários testes em laboratório para a confirmação da eficácia da mesmo;

A 1ª fase de testes serviu para confirmar dados acerca da matéria-prima, para os cálculos de projeto;

A 2ª fase de testes serviu para colocar em prática o processo que resultou dos cálculos e confirmar a qualidade das bases obtidas bem como o respectivo rendimento; Na 3ª fase, construiu-se uma coluna de destilação à escala piloto, para testes industriais (finais de 2011), com uma capacidade de 2.500 ton./ano. [20]

Na 2ª Fase de testes e nos ensaios à escala piloto, as bases obtidas foram analisadas e comparadas com os lubrificantes existentes no mercado.

Efetuaram-se análises à composição orgânica por Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e aos metais contaminantes, que concluíram que as bases obtidas são em tudo idênticas às bases dos óleos encontrados no mercado e de qualidade igual ou superior às bases obtidas no mercado concorrente;

Os resultados obtidos confirmam também que os óleos de transformador contêm silício prejudicial ao processo de regeneração. [20]

Após a fase de testes o processo adotado foi o inicialmente planeado e constituído por três colunas de destilação. A figura 25 esquematiza o processo de regeneração de óleos usados na Enviroil.

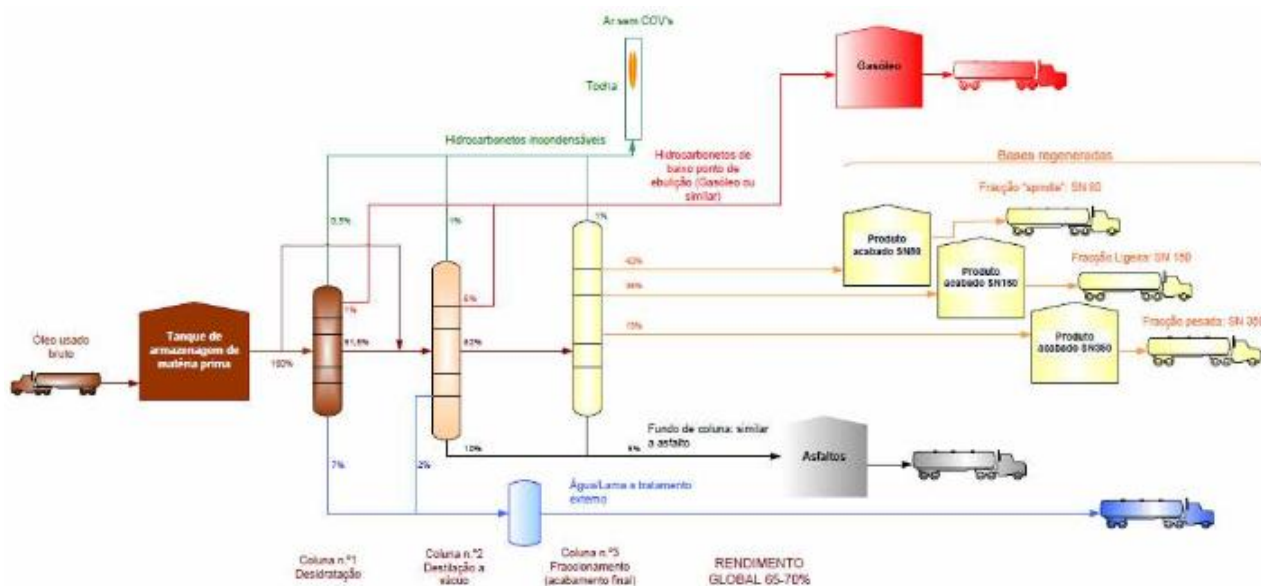


Figura 25 - Fluxograma representativo do processo de regeneração de óleos usados na Enviroil. *Fonte: [20]*

A matéria-prima é o óleo usado, com qualidade controlada e garantida a montante.

A 1ª coluna serve de afinação da matéria-prima, removendo o excesso de contaminantes que possam ter. De seguida, o óleo, sem água e sedimentos, passa numa fornalha para entrar na 2ª coluna de destilação a cerca de 365°C. Nessa segunda coluna separa-se ainda alguma água, mas também hidrocarbonetos ligeiros (gasóleos). A fração de fundo da 2ª coluna é um Asfalto, comercializável como tal. O produto de saída da 2ª coluna é assim um óleo, sem hidrocarbonetos ligeiros, e sem água e sedimentos. [20]

Na 3ª coluna de destilação, procede-se a um Fracionamento das diversas bases que a Enviroil produz: SN80, SN150 e SN350. As especificações para estes produtos encontram-se legisladas no Despacho conjunto 662/2005 de 6 de Setembro.[20]

As bases podem ou não ser submetidas a uma filtração, dependendo do grau de qualidade e ausência de turbidez que apresentam no final da destilação fracionada.

A fração de fundo da 3ª coluna, é também ela similar a um asfalto.[20]

O rendimento global situa-se entre 65% e 75% relativamente à massa de óleo usado á entrada do processo. [20]

Os potenciais efluentes gasosos (respiros de bombas de vácuo, respiros de tanque, incondensáveis de destilação) são tratados num sistema duplo de lavagem e destruição térmica (lavador de gases). [20]

Os efluentes aquosos e os resíduos sólidos são tratados em unidade externa licenciada, criando potenciais sinergias no Eco-Parque do Relvão.

A unidade dispõe atualmente de sistemas de segurança ativos e passivos, e adota as melhores tecnologias disponíveis pertinentes à sua atividade. [20]



Figura 26 - Ciclo de Vida dos Lubrificantes. *Fonte:* [21]

2.6 Legislação relativa à reciclagem de óleo usados

2.6.1 Legislação da UE

As diretivas da UE foram definidas através das várias propostas de Programas de Ação Ambiental. Em 1989, a UE elaborou um documento intitulado “*Waste Management Strategy*” (“Estratégia de Gestão de Resíduos”) que definiu as aspirações a longo termo no que diz respeito à legislação e às atividades de gestão de resíduos da UE. Este documento, revisto em 1997, sustenta que os princípios básicos de gestão dos resíduos assentam primeiramente na prevenção, em seguida na recuperação, e por último, na minimização da deposição final. A estratégia da UE dá a precedência à recuperação dos materiais sobre a geração de energia. (NCTE, 2009)

Na tabela 14, encontram-se as diretivas elaboradas pela UE para regular a gestão dos resíduos e que importam referir no âmbito deste trabalho.

Tabela 14 - Diretivas Europeias relativas à gestão dos óleos usados.

| Directiva | Revogação/ Alteração | Descrição |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Directiva do Conselho 75/442/CEE de 15 de Julho 1975 relativo aos Resíduos | 91/156/CEE (18 de Março de 1991) 2008/12/CEE (5 de Abril de 2008) 2008/98/CEE (19 de Novembro de 2008) | Define os princípios básicos sobre a recolha, eliminação, reciclagem e processamento dos resíduos a nível nacional. Após as revogações da directiva estabelecem-se definições mais rigorosas do termo “resíduo” e inclui-se ainda novas definições, assim como se definem novas condições de registo e licenciamento para os agentes que lidam com a recolha, transporte, recuperação e eliminação dos resíduos. Com o objectivo de tornar auto-suficientes os países membros e de permitir um maior controlo da circulação dos resíduos, exige-se também às autoridades competentes, a elaboração de planos de gestão de resíduos. A directiva 2008/98/CEE revoga as directivas 75/439/CEE, 91/689/CEE e 2006/12/CEE com efeito a partir de 12 de Dezembro de 2010. No entanto, revoga alguns artigos destes documentos legais com efeito a partir de 12 de Dezembro de 2008. |
| Directiva do Conselho 78/319/CEE de 20 de Março 1978 relativo aos Resíduos Tóxicos e Perigosos | 91/689/CEE (12 de Dezembro de 1991) 94/31/CE (27 de Junho de 1994) 2008/98/CEE (19 de Novembro de 2008) | Complementa a directiva anterior e elabora uma lista de substâncias tóxicas e perigosas (resíduos radioactivos, alguns resíduos agrícolas, resíduos hospitalares, explosivos etc.), fornecendo soluções de controlo e eliminação de resíduos que contêm as mesmas. Inclui também o princípio do “poluidor pagador”. As directivas 91/689/CEE e 94/31/CE são relativas a resíduos perigosos apenas. Em 1994, os ministros do ambiente da UE, divulgam uma lista de resíduos considerados perigosos que define legalmente o termo “resíduo perigoso”. De acordo com a directiva 2008/98/CEE, determinadas disposições em matéria de tratamento de resíduos constantes da Directiva 91/689/CEE, deverão ser alteradas a fim de revogar disposições obsoletas e tornar o texto mais claro. |
| Directiva do Conselho 75/439/CEE de 16 de Junho de 1975 relativa à Eliminação dos Óleos Usados | 87/101/CEE (22 de Dezembro de 1986) 94/741/CEE (24 de Outubro de 1994) 2000/76/CEE (4 de Dezembro de 2000) 2008/98/CEE (19 de Novembro de 2008) | Define óleos usados como quaisquer óleos industriais lubrificantes de base mineral, tornados impróprios para o uso a que estavam inicialmente destinados e, nomeadamente, os óleos usados dos motores de combustão e dos sistemas de transmissão e os óleos minerais para máquinas, turbinas e sistemas hidráulicos. Aborda as questões principais relacionadas com a gestão dos óleos usados a nível da recolha e eliminação dos mesmos. Dá prioridade à regeneração relativamente à combustão, devendo-se proceder à eliminação sem perigo ou à deposição controlada apenas em último caso. Fornece ainda medidas de controlo e registo das empresas de armazenamento, recolha e eliminação, sendo a directiva relativa à incineração de resíduos, mais rigorosa no que toca às medidas de controlo das instalações de combustão. Define ainda valores limite para os PCB e PCT contidos nos óleos usados destinados para regeneração. Esta directiva será revogada (de acordo com a directiva 2008/98/CEE) para que a gestão de óleos usados observe a ordem de prioridades da hierarquia dos resíduos, devendo ser dada prioridade às soluções que produzam o melhor resultado global em termos ambientais. A recolha selectiva de óleos usados continua a ser crucial para a sua gestão adequada e para a prevenção dos danos ambientais decorrentes da sua eliminação inadequada. |

Tabela 14 – Diretivas Europeias relativas á gestão dos óleos usados. (continuação)

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Directiva do Conselho 89/369/CEE de 8 de Junho de 1989 relativa à incineração de resíduos urbanos | 89/429/CEE (21 de Junho de 1989) 2000/76/CEE (4 de Dezembro de 2000) | As directivas 89/369/CEE e 89/429/CEE entram em vigor em Dezembro de 1990, regulando as emissões atmosféricas para instalações de incineração municipais, novas e existentes. |
| Directiva do Conselho 94/67/CEE de 16 de Dezembro de 1994 relativa à incineração de resíduos perigosos | | A directiva 94/67/CEE entra em vigor em Dezembro de 1994, tendo como objectivos principais a prevenção ou minimização das emissões, de forma a reduzir os efeitos negativos da poluição do ar, água, solo resultante da incineração dos resíduos perigosos que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao ambiente. Estabelece critérios operacionais, técnicos e de licenciamento rigorosos para as novas instalações de incineração de resíduos perigosos, assim como, exige um actualização das tecnologias das instalações já existentes. |
| Directiva do Conselho 76/403/CEE de 8 de Abril de 1976 relativa à eliminação dos policlorobifenilos e dos policlorotrifenilos (PCB/PCT) | 96/59/CE (16 de Setembro de 1996) | Tem por objecto aproximar as legislações dos Estados-membros em matéria de eliminação controlada dos PCB, de descontaminação ou eliminação de equipamentos que contenham PCB e/ou de eliminação de PCB usados, tendo em vista a destruição total destes. Segundo a directiva, os Estados-Membros devem compilar inventários dos equipamentos que contenham mais de 5 dm ³ de PCB e até 2010 todos os equipamentos registados devem ser descontaminados e/ou eliminados. Os estados-membros devem elaborar planos de recolha para os equipamentos que não estão sujeitos a inventariação. |

Existem ainda outras políticas complementares, como por exemplo, a diretiva do Conselho 96/61/CE de 24 de Setembro de 1996 relativa ao Controlo e Prevenção Integrada da Poluição (alterada e/ou revogada pelas diretivas 2003/35/CE, 2003/87/CE e pelo regulamento CE/1882/2003).

Esta diretiva tem por objeto a prevenção e controlo integrados da poluição oriunda das atividades constantes no anexo da mesma (indústrias do sector da energia, produção e transformação de metais, indústria mineral, etc.). Prevê ainda medidas destinadas a evitar e a reduzir as emissões das referidas atividades para o ar, a água e o solo, incluindo medidas relativas aos resíduos, de forma a melhorar a qualidade do ambiente, a proteger a saúde humana e a assegurar o uso racional de recursos naturais. A Diretiva 2003/35/CE que estabelece a participação do público na elaboração de certos planos e programas relativos ao ambiente, altera a diretiva 96/61/CE com vista a garantir a sua plena compatibilidade com as disposições da Convenção de Aarhus sobre o acesso à informação, a participação do público na tomada de decisões e o acesso à justiça no domínio do ambiente às suas próprias instituições e organismos. A Diretiva 2003/87/CE relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade Europeia, altera a diretiva 96/61/CE por forma a garantir que não sejam estabelecidos valores-limite de emissão no que respeita às emissões diretas de gases com efeito de estufa de certas instalações abrangidas pela diretiva. Dá ainda o poder de decisão aos estados-membros de não impor normas relativas à eficácia energética no que se refere às unidades de combustão que emitem dióxido de carbono no local, sem prejuízo de quaisquer outros requisitos no âmbito da Diretiva 96/61/CE.

2.6.2 Legislação Portuguesa

O D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e óleos usados, assumindo como objetivo prioritário a prevenção da produção, em quantidade e nocividade, desses resíduos, seguida da regeneração e de outras formas de reciclagem e de valorização.

Os presentes diplomas consolidam a transposição para a ordem jurídica interna da Diretiva n.º 75/439/CEE, do Conselho, de 16 de Junho, relativa à eliminação de óleos usados, conforme alterada pela Diretiva n.º 87/101/CEE, do Conselho, de 22 de Dezembro de 1986, estabelecendo um conjunto de normas de gestão que visa a criação de circuitos de recolha seletiva de óleos usados, o seu correto transporte, armazenagem, tratamento e valorização, e nesta última atividade dando especial relevância à regeneração.

A prossecução destes objetivos passa pela aplicação do princípio da responsabilização dos produtores, ou importadores, de óleos novos na gestão adequada do ciclo de vida útil dos óleos, sem, no entanto, descurar o envolvimento de outros intervenientes tais como os consumidores, os produtores de óleos usados, os operadores de recolha/transporte, de armazenagem, de tratamento e de valorização, bem como os municípios e outras entidades públicas.

Para o efeito, o presente regime jurídico prevê a constituição de um sistema integrado de gestão, no âmbito do qual deverá ser conseguida uma adequada articulação de atuações entre os vários intervenientes no ciclo de vida dos óleos.

Os produtores de óleos novos são responsáveis pelo circuito de gestão dos óleos usados e para efeitos do cumprimento das obrigações estabelecidas relativas à gestão dos óleos usados, estes devem submeter a gestão dos óleos usados a um sistema integrado, cujas normas de funcionamento são as constantes dos art.º 8.º a 13.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho. No âmbito do sistema integrado, a responsabilidade dos produtores de óleos novos pela gestão dos óleos usados é transferida destes para uma entidade gestora do sistema integrado, devidamente licenciada para exercer essa atividade.

Os produtores podem ainda adotar um sistema individual para a gestão dos óleos usados que está sujeito a autorização específica da APA, a qual apenas será concedida se forem garantidas as obrigações previstas para o sistema integrado.

Só poderão ser colocados no mercado nacional e comercializados os óleos novos cujos produtores tenham adotado um dos dois sistemas acima referidos.

Os produtores de óleos usados são responsáveis pela sua correta armazenagem e integração no circuito de gestão dos óleos usados.

Os operadores de gestão de óleos usados são responsáveis pelo adequado funcionamento das operações de gestão de óleos para que estão licenciados/autorizados.

Operações de gestão de óleos usados

As operações de armazenagem, tratamento e valorização de óleos usados estão sujeitas a autorização nos termos do D.L. n.º 178/2006, de 05 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, sem prejuízo da legislação sobre licenciamento, avaliação de impacto ambiental e licença ambiental, quando aplicável.

Não está sujeita à autorização a armazenagem nos locais de produção de óleos usados.

Os operadores de tratamento dos óleos usados ficam obrigados a respeitar as especificações técnicas referidas no n.º 1 do artigo 13.º e o procedimento de amostragem e análise previsto no artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.

Os operadores de regeneração de óleos usados deverão garantir que os óleos de base resultantes dessa operação não constituem substâncias perigosas nos termos da legislação aplicável e respeitar as especificações técnicas referidas no n.º 1 do artigo 13.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.

Excluem-se do âmbito de aplicação deste diploma os óleos usados contendo policlorobifenilos (PCB), abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 277/99, 23 de Julho, alterado pelo D.L. n.º 72/2007, de 27 de Março. Contudo é permitida a regeneração de óleos usados que contenham policlorobifenilos PCB, se a operação de regeneração permitir a destruição total desses PCB.

Os operadores de reciclagem de óleos usados ficam obrigados a respeitar o procedimento de amostragem previsto no artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.

Recolha/transporte

O transporte dos resíduos, em território nacional, deve ser efetuado de acordo com o disposto na Portaria n.º 335/97, de 16 de Maio e no D.L. n.º 257/2007, de 16 de Julho, nomeadamente que seja acompanhado das guias de acompanhamento de resíduos (Modelo 1428 à venda na Imprensa Nacional Casa da Moeda).

As entidades que podem efetuar o transporte de resíduos, são:

- O produtor de resíduos;
- O operador destinatário dos resíduos, devidamente legalizado;
- As empresas licenciadas para o transporte rodoviário de mercadoria por conta de outrem.

O Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT), é a entidade responsável para a emissão da licença/alvará para a atividade de Transporte Rodoviário de Mercadorias por conta de outrem.

O operador responsável pela recolha/transporte de óleos usados fica obrigado, aquando da recolha junto do produtor de óleos usados, a respeitar o procedimento de amostragem previsto no artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.

Fiscalização

A fiscalização do cumprimento das disposições constantes do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, é exercida pela (s):

- IGAMAOT;
- ASAE;
- Comissões de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR);
- Autoridades policiais: Guarda Nacional Republicana (GNR) e Polícia de Segurança Pública (PSP);

São competentes para a instrução do processo de contraordenação, bem como decidir da aplicação da coima e sanções acessórias, no âmbito do presente regime jurídico, as entidades fiscalizadoras.

Nos casos em que o auto de notícia tenha sido levantado pelas autoridades policiais, a autoridade competente para a instrução do processo e para decidir da aplicação da coima e da sanção acessória é a CCDR territorialmente competente face ao local da infração.

Contraordenações

No âmbito do regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e óleos usados as contraordenações previstas são puníveis nos termos da Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, alterada pela Lei n.º 89/2009, de 31 de Agosto, e retificada pela Declaração de Retificação n.º 70/2009. D.R. n.º 191, Série I de 2009-10-01.

Constitui **contraordenação ambiental muito grave** a prática dos seguintes atos:

- a) A violação das proibições estabelecidas no artigo 5.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho
- b) A colocação no mercado e a comercialização de óleos novos em violação do disposto no n.º 2 do artigo 7.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho. - Só poderão ser colocados no mercado nacional e comercializados os óleos novos cujos produtores tenham adotado o sistema integrado para a gestão dos óleos usados ou o sistema individual.
- c) A violação do disposto nos n.ºs 4 do artigo 8.º, 1 do artigo 11.º e 1 do artigo 12.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, relativos à responsabilidade pela constituição e operacionalização da entidade gestora, ao seu licenciamento e ao prazo para adesão dos produtores de óleos novos ao sistema integrado.

Constitui **contraordenação ambiental grave** a prática dos seguintes atos:

- a) A não entrega de óleos usados nos locais adequados para a sua recolha seletiva por parte do produtor de óleos usados;
- b) A recusa de recolha/transporte de óleos usados, em violação do disposto no n.º 4 do artigo 12.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho - A

entidade gestora é obrigada a proceder, por si ou através de um operador de gestão de óleos usados, à recolha/transporte de óleos usados mediante solicitação do produtor dos mesmos.

- c) O não cumprimento das regras de amostragem e análise previstas no n.º 1 do artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.
- d) A falta de notificação prevista no n.º 3 do artigo 21.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho. - Se determinado óleo usado, em resultado da aplicação do sistema de controlo previsto no n.º 1 do art.º 21.º do presente regime jurídico, for incompatível com o tipo de tratamento ou valorização previsto, nomeadamente no que diz respeito ao cumprimento do limite máximo de 50 ppm de PCB, o operador de gestão fica obrigado a notificar a APA, no prazo máximo de vinte e quatro horas, identificando o produtor de óleos usados e as quantidades envolvidas.
- e) A omissão do dever de comunicação de dados ou a errada transmissão destes, conforme previsto no artigo 22.º do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho - A entidade gestora fica obrigada a enviar à APA, um relatório anual de atividade, até 31 de Março do ano imediato àquele a que se reporta, demonstrativo das ações levadas a cabo e dos resultados obtidos no âmbito das obrigações desta.
- f) As operações de gestão de óleos usados em violação das normas estabelecidas no capítulo IV do D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho.

Constitui **contra-ordenação ambiental leve**, a prática dos seguintes atos:

- a) O incumprimento das obrigações constantes dos n.ºs 3 e 4 do artigo 13.º D.L. n.º 153/2003, de 11 de Junho alterado pelo D.L. n.º 73/2011, de 17 Junho, relativas:
 - “3 - Em todos os locais de venda de óleos novos deverá ser disponibilizada informação aos consumidores sobre os métodos adotados para a recolha de óleos usados, nomeadamente através da afixação de letreiros.
 - 4 - A comercialização de óleos novos, formulados a partir de óleo de base resultante da regeneração, deverá ser efetuada em embalagens que ostentem informações relativas a essa prática, nomeadamente a percentagem de óleo de base resultante da regeneração efetivamente incorporado.”

Infelizmente não foi possível obter dados estatísticos do valor das coimas aplicadas nos últimos anos em Portugal.

Sanções acessórias e apreensão cautelar

Sempre que a gravidade da infração o justifique, pode a autoridade competente, simultaneamente com a coima, determinar a aplicação das sanções acessórias que se mostrem adequadas nos termos previstos na Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, alterada pela Lei n.º 89/2009, de 31 de Agosto, e retificada pela Declaração de Retificação n.º 70/2009. D.R. n.º 191, Série I de 2009-10-01.

Pode ser objeto de publicidade, nos termos do disposto no artigo 38.º da Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, alterada pela Lei n.º 89/2009, de 31 de Agosto, e retificada pela Declaração de Retificação n.º 70/2009, de 1 de Outubro, a condenação pela prática das infrações muito graves previstas no n.º 1 do

artigo 25.º, bem como a condenação pela prática das infrações graves previstas no n.º 2 do mesmo artigo, do regime jurídico dos óleos usados, quando a medida concreta da coima aplicada ultrapasse metade do montante máximo da coima abstratamente aplicável.

A autoridade administrativa pode ainda, sempre que necessário, determinar a apreensão provisória de bens e documentos, nos termos previstos no artigo 42.º da Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, alterada pela Lei n.º 89/2009, de 31 de Agosto, e retificada pela Declaração de Retificação n.º 70/2009, de 1 de Outubro.

Além da legislação relativa à gestão dos resíduos e dos óleos usados, também importa referir outros decretos-lei, assim como, algumas portarias e despachos relativos, direta ou indiretamente, à gestão dos óleos usados.

Portaria n.º 240/92, de 25 de Março que aprova o regulamento de licenciamento das atividades de Recolha, armazenagem, tratamento prévio, regeneração, recuperação e combustão e incineração dos óleos usados;

Portaria n.º 1028/92, de 5 de Novembro que estabelece normas de segurança e identificação para o transporte de óleos usados;

Despacho conjunto DGE/DGQA, de 18 Maio de 1993 que define óleos usados e as especificações a que devem obedecer os óleos usados a utilizar como combustível;

Decreto-Lei nº 194/2000 tem por objeto a prevenção e o controlo integrados da poluição proveniente de certas atividades e o estabelecimento de medidas destinadas a evitar ou, quando tal não for possível, a reduzir as emissões dessas atividades para o ar, a água ou o solo, a prevenção e controlo do ruído e a produção de resíduos, tendo em vista alcançar um nível elevado de proteção do ambiente no seu todo, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 96/61/CE, do Conselho, de 24 de Setembro.

Decreto-Lei nº 85/2005 estabelece o regime a que fica sujeita a incineração e a coincineração de resíduos, com o objetivo de prevenir ou, tanto quanto possível, reduzir ao mínimo os seus efeitos negativos no ambiente, em especial a poluição resultante das emissões para a atmosfera, para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas, bem como os riscos para a saúde humana, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2000/76/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Dezembro, relativa à incineração de resíduos.

Despacho conjunto nº 662/2005 que estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e óleos usados e que revê e completa a transposição para a ordem jurídica interna da Diretiva 2000/76/CEE

Licença Açores (Despacho conjunto nº 1514/2005 de 27 de Dezembro) e Licença Madeira de 15 de Dezembro de 2005 que estendem as licenças concedidas à SOGILUB, às regiões autónomas dos Açores e Madeira;

Portaria nº 1407/2006 que estabelece as normas e regula os procedimentos do pagamento da taxa de gestão de resíduos incidente sobre as entidades gestoras de sistemas de gestão de fluxos específicos de resíduos, individuais ou coletivos, de centros integrados de recuperação, valorização e

eliminação de resíduos perigosos (CIRVER), de instalações de incineração e co-incineração de resíduos e de aterros sujeitos a licenciamento da Autoridade Nacional dos Resíduos (ANR) ou das Autoridades Regionais dos Resíduos (ARRs):

Portaria nº 1408/2006 que regula o funcionamento e os prazos concedidos aos utilizadores para registo no Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER) que é um sistema que procura disponibilizar, por via eletrónica, um mecanismo de registo e acesso a dados sobre resíduos, substituindo, deste modo, os antigos mapas de registo de resíduos;

Portaria nº 320/2007 que redefine os prazos concedidos aos utilizadores para se registarem no SIRER

3. Análise técnica

No sentido de analisar a viabilidade de aplicação de uma cadeia de produto para óleo lubrificante regenerado a uma pequena média empresa nacional, foram criados três cenários.

Todos eles têm por base uma empresa real de prestação de serviços de lubrificação na indústria nacional, assim como cinco produtos reais usados nessa prestação de serviços, identificados de A a E.

Os critérios de escolha dos produtos usados nestes três cenários foram a quantidade consumida anualmente e a função desempenhada por cada um, tendo sido selecionado um leque de funções abrangentes de forma a demonstrar a capacidade de satisfação de necessidades a vários níveis.

Assim sendo, pode dizer-se que os Produto A, B e C são óleos de extrema pressão, de alta qualidade, desenvolvidos para aplicação em engrenagens industriais sujeitas a condições severas de operação. A diferença entre eles é a viscosidade, sendo o A o menos viscoso e o C o mais viscoso.

O Produto D é um óleo lubrificante para aplicação em sistemas hidráulicos.

O Produto E é um óleo de base mineral recomendado para lubrificação de chumaceiras, correntes, veios e sistemas de circulação em geral.

Por motivos de confidencialidade de dados não são revelados os produtos nem as empresas fornecedoras.

As empresas de produção e distribuição de óleos lubrificantes novos firmemente estabelecidas no mercado nacional serão designadas por Major Players.

Os três cenários foram analisados tendo em conta o seu desempenho em seis indicadores: Impactes Ambientais, Custos, Garantias, Capacidade de Produção e Distribuição, Reconhecimento da Marca e Distribuição de Documentação Legalmente Exigida.

O indicador custos refere-se apenas aos custos de compra e utilização por parte de um consumidor final. Por não fazerem parte do âmbito desta tese e dada a complexidade em obtê-los por serem específicos de cada projeto em particular, os custos de implementação da capacidade de produção não foram considerados.

Estes indicadores foram escolhidos tendo em conta a sua significância na decisão do cliente para aplicação do óleo lubrificante regenerado nos equipamentos da sua linha de produção.

3.1 Cenário 1: Utilização de lubrificantes com origem em recursos não renováveis no mercado industrial nacional

Descrição

Neste cenário supõe-se a utilização exclusiva de lubrificantes com origem em recursos não renováveis, nomeadamente refinação de petróleo, na atividade industrial. Não são utilizados lubrificantes regenerados.

Custos de Venda e Utilização

A tabela 15 apresenta os preços de tabela de vários tipos de lubrificantes com origem em recursos não renováveis, vendidos por Major Players e uma estimativa do seu custo anual.

Tabela 15 - Preços de tabela de vários tipos de lubrificantes com origem em recursos não renováveis e estimativa do seu custo anual. *Fonte: Baseado em preços de catálogo de Major Players neste sector.*

| Produtos | Quantidade de lubrificante por embalagem | Preço lubrificante com origem em recursos não renováveis | | Quantidade de lubrificante consumida por ano | Custo anual |
|-----------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|-------------|
| | | Preço unitário | Preço por embalagem | | |
| Produto A | 208 L | 5,31€/L | 1104,48€ | 312,00 L | 1656,72€ |
| Produto B | 20 L | 6,09€/L | 121,80€ | 28,80 L | 175,39€ |
| Produto C | 208 L | 6,30€/L | 1310,40€ | 480,00 L | 3024,00€ |
| Produto D | 208 L | 6,18€/L | 1285,44€ | 102,00 L | 630,36€ |
| Produto E | 208 L | 4,18€/L | 869,44€ | 27600,00 L | 115368,00€ |

Garantias

Este é um cenário já testado, configurando o corrente paradigma de utilização de lubrificantes na indústria. Apresenta resultados bastante sólidos, numa perspetiva conservadora.

A atividade de lubrificação na indústria portuguesa é atualmente muito exigente ao nível da qualidade e garantia do lubrificante. Os próprios fabricantes definem como standards para lubrificação dos equipamentos, produtos lubrificantes de origem em recursos não renováveis e comercializados por Major Players.

Nestes casos, a qualidade do produto tem sido testada vezes sem conta nos equipamentos em laboração na indústria Portuguesa. A longa experiência e acompanhamento de proximidade na aplicação de lubrificantes repetidamente com serviços de lubrificação vinculados aos próprios Major Players, confere ao cliente garantias no desempenho dos seus equipamentos.

Produtos de acordo com o Regulamento Reach.

Capacidade de Produção e Distribuição

Aproveitando as sinergias criadas pela excelente localização dos portos nacionais, um Major Player já tem estabelecida capacidade de produção em território nacional, o que confere a Portugal uma importância única na produção e distribuição deste tipo de produtos. Os restantes suprimem as necessidades do mercado português com produtos fabricados no exterior. Os seus processos produtivos encontram-se certificados internacionalmente.

No entanto, devido à relativa importância do mercado português a satisfação da procura dos produtos lubrificantes menos comuns pode ser eventualmente comprometida apesar de não serem conhecidas consequências impactantes no bom funcionamento da indústria nacional.

Impactes Ambientais

Atualmente a gestão de óleos usados é uma realidade em Portugal. Nas indústrias é comum a separação e acondicionamento correto e eficaz dos óleos e massas lubrificantes usados e posterior recolha dos mesmos por entidades licenciadas para tal que os encaminha para reciclagem ou regeneração. Esta realidade contribui efetivamente para a preservação dos ecossistemas, diminuindo o impacto ambiental do uso destes produtos.

No entanto, numa perspetiva de análise de sustentabilidade global do ciclo de vida do produto, este cenário é deficitário relativamente à tendência global de consumo de produtos eco friendly e que apresentem uma origem de carácter renovável.

Reconhecimento das marcas associadas aos Major Players do mercado deste sector

Os Major Players deste sector são amplamente reconhecidos, tendo definido os standards e os planos de lubrificação da grande maioria dos equipamentos e mantendo índices de qualidade elevados nos seus produtos ao longo dos anos. Como tal, estão solidamente implementados no mercado nacional quer através de representantes/distribuidores, quer através de filiais.

Distribuição de Documentação Legalmente Exigida

Todos os Major Players disponibilizam acesso à sua plataforma online, que permite a consulta e download de fichas técnicas e fichas de dados de segurança dos produtos comercializados. A existência deste site, facilita a divulgação de informação evitando a burocracia que implicaria a solicitação de toda esta documentação diretamente aos Major Players.

Em alguns casos, a atualização do conteúdo em português disponível nestas plataformas não ocorre a um ritmo semelhante ao lançamento de novas soluções e produtos no mercado ou ao surgimento de novos requisitos, o que potencia a ocorrência de situações em que, por exemplo, o produto é descontinuado mas ainda existem stocks nos clientes, não dispondo estes produtos de fichas de dados de segurança atualizadas ou em conformidade com o Regulamento Reach, entre outros.

3.2 Cenário 2: Utilização de óleos lubrificantes regenerados no mercado industrial nacional

Descrição

Neste cenário pretende-se simular a utilização exclusiva de lubrificantes regenerados na atividade industrial. Não serão tidos em conta lubrificantes com origem em recursos não renováveis.

Custos de Venda e Utilização

A tabela 16 apresenta os preços de tabela de vários tipos de lubrificantes regenerados, assim como uma estimativa do seu custo anual.

Tabela 16 - Preços de tabela de vários tipos de lubrificantes regenerados e estimativa do seu custo anual. *Fonte: Baseado em orçamentos dados por empresas produtoras de óleos lubrificantes regenerados.*

| Produtos | Quantidade de lubrificante por embalagem | Preço lubrificante regenerado | | Quantidade de lubrificante consumida por ano | Custo anual |
|-----------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|-------------|
| | | Preço unitário | Preço por embalagem | | |
| Produto A | 208 L | 1,75€/L | 364,00€ | 312,00 L | 546,00€ |
| Produto B | 20 L | 2,62€/L | 52,40€ | 28,80 L | 75,46€ |
| Produto C | 208 L | 1,84€/L | 382,72€ | 480,00 L | 883,20€ |
| Produto D | 208 L | 1,23€/L | 255,84€ | 102,00 L | 125,46€ |
| Produto E | 208 L | 1,43€/L | 297,44€ | 27600,00 L | 39468,00€ |

Garantias

Uma empresa, cuja atividade se foca na produção de lubrificantes regenerados, apresentou, para elaboração desta tese, a sua certificação ISO 9001 que garante a qualidade dos seus produtos, quimicamente idênticos aos produzidos de forma tradicional e, ainda, a sua conformidade com os mesmos parâmetros de qualidade que regem o fabrico dos produtos tradicionais. Através das fichas técnicas também é possível comprovar a igualdade na estrutura química dos produtos.

A garantia de qualidade dos óleos lubrificantes regenerados é dada pela empresa que os produz, vende e distribui, através da certificação internacional dos seus processos de fabrico e de controlo de qualidade.

Produtos de acordo com o Regulamento Reach

Impactes Ambientais

Numa perspetiva de análise de sustentabilidade global do ciclo de vida do produto, este cenário cumpre todo o ciclo de sustentabilidade, uma vez que o produto é obtido através de um processo de regeneração e, uma vez utilizado, será recolhido e novamente regenerado.

Desta forma, apenas se utilizarão matérias-primas não renováveis na produção do primeiro lubrificante e após esgotadas as possibilidades de regeneração dos lubrificantes em uso.

Capacidade de Produção e Distribuição

Um dos principais fatores que afeta a produção de lubrificantes regenerados é a quantidade de bases regeneradas recebidas pelos seus fabricantes. No caso da empresa consultada, esta recebe bases regeneradas de diversos fornecedores, permitindo a produção de diversos tipos de lubrificantes.

Atualmente, não existem em Portugal empresas produtoras de lubrificantes regenerados, no entanto já foram realizados estudos de viabilidade de implementação de indústria de regeneração de óleos base em Portugal e a comprovar a sua viabilidade existe atualmente a nível nacional capacidade de produção das bases regeneradas, bastando apenas implementação de uma linha de junção de aditivos às bases regeneradas para obtenção dos lubrificantes regenerados.

A distribuição destes produtos regenerados está, a ser assegurada por revendedores oficiais, com sede em Portugal, mantendo uma política de proximidade com o cliente, o que pode permitir valores de distribuição competitivos.

Reconhecimento da marca associadas no mercado deste sector

O reconhecimento de marcas que comercializam lubrificantes regenerados ainda não é muito evidente, pelo menos em Portugal.

A nível internacional, é principalmente em Espanha que se pode observar maior reconhecimento pelos clientes, dada a não-residual quota de mercado deste tipo de comercialização de lubrificantes. Existem ainda exemplos de aplicação de lubrificantes regenerados em grande escala na barragem de Itaipu, no Brasil.

Distribuição de Documentação Legalmente Exigida

Apesar de os produtos serem fornecidos por empresas estrangeiras, a garantia ao cliente de que as fichas técnicas e as fichas de dados de segurança são elaboradas em português, é tomada como parte das responsabilidades dos revendedores.

3.3 Cenário 3 : Implementação faseada de lubrificantes regenerados no mercado industrial nacional

Descrição

Neste cenário pretende-se uma implementação faseada dos lubrificantes regenerados na indústria. O procedimento a adotar pressupõe a utilização de lubrificantes regenerados em equipamentos com menor impacto nas linhas de produção e/ou que não sejam especialmente sensíveis à qualidade dos lubrificantes. Deste modo, pretende-se não só demonstrar a eficácia dos produtos regenerados como familiarizar o cliente para o seu uso, criando confiança nestes produtos.

Custos de Venda e Utilização

A tabela 17 apresenta uma comparação entre os preços de tabela de vários tipos de lubrificantes regenerados com os preços de tabela dos lubrificantes com origem em recursos não renováveis vendidos pelos Major Players.

A tabela 18 apresenta por sua vez uma comparação das estimativas de custos anuais e uma estimativa da poupança efetiva usando lubrificantes regenerados para o produto E.

O produto E será substituído, após a primeira aplicação, por produtos regenerados. Considerou-se que esta primeira aplicação consumirá cerca de 20 barris, obtendo-se um total de 15.07% de utilização de lubrificante com origem em recursos não renováveis. As mudas e atestos subsequentes serão efetuadas com um lubrificante regenerado equivalente.

Para os restantes produtos (A a D) serão utilizados, nesta primeira fase de implementação, lubrificantes com origem em recursos não renováveis.

Tabela 17 - Comparação entre os preços de tabela dos vários tipos de lubrificantes regenerados e os preços de tabela dos lubrificantes com origem em recursos não renováveis.

| Produtos | Quantidades por embalagem | Preço do lubrificante com origem em recursos não renováveis | | Preço do lubrificante regenerado | |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| | | Preço unitário | Preço por embalagem | Preço unitário | Preço por embalagem |
| Produto A | 208 L | 5,31€/L | 1104,48€ | 1,75€/L | 364,00€ |
| Produto B | 20 L | 6,09€/L | 121,80€ | 2,62€/L | 52,40€ |
| Produto C | 208 L | 6,30€/L | 1310,40€ | 1,84€/L | 382,72€ |
| Produto D | 208 L | 6,18€/L | 1285,44€ | 1,23€/L | 255,84€ |
| Produto E | 208 L | 4,18€/L | 869,44€ | 1,43€/L | 297,44€ |

Tabela 18 - Comparação das estimativas de custos anuais e uma estimativa da poupança efetiva usando lubrificantes regenerados para o produto E.

| Produto | Quantidade gasta por ano | Custo anual usando lubrificantes com origem em recursos não renováveis | Custo anual usando lubrificantes regenerados | Poupança anual utilizando a gama de lubrificantes regenerados |
|-----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Produto A | 312,00 L | 1656,72€ | - | - |
| Produto B | 28,80 L | 175,39€ | - | - |
| Produto C | 480,00 L | 3024,00€ | - | - |
| Produto D | 102,00 L | 630,36€ | - | - |
| Produto E | 27600,00 L | 115368,00€ | 50908,00€ | 64460€ |

Garantias

No mercado nacional a garantia de qualidade e fiabilidade dos lubrificantes fornecidos pelos Major Players já está amplamente testada e reconhecida.

A introdução gradual dos lubrificantes regenerados em equipamentos menos sensíveis, permite aumentar a confiança dos clientes na qualidade do lubrificante e do serviço prestado pelo fornecedor. A origem dos lubrificantes regenerados é atualmente certificada, regendo-se por padrões laboratoriais e idênticos aos lubrificantes obtidos por via tradicional. As próprias empresas fabricantes assumem a garantia do produto perante os clientes. Os produtos respeitam o Regulamento Reach.

Uma outra garantia da igualdade na estrutura química entre produtos é o facto de nas suas fichas técnicas as características físico-químicas serem idênticas, como se pode verificar no exemplo dado nas tabelas 19 e 20:

Tabela 19 - Propriedades físicas do Produto E (lubrificante de origem em recursos não renováveis). *Fonte: Ficha técnica do Lubrificante E*

| | Ensaio | Unidades | 150 |
|-----------------------------------|------------|----------|-------|
| Viscosidade cinemática a 40°C | ASTM D445 | cSt | 150 |
| Viscosidade cinemática a 100°C | ASTM D445 | kg/l | 14.5 |
| Índice de viscosidade | ASTM D2270 | - | 94 |
| Densidade relativa a 20°C | ASTM D1298 | kg/l | 0.880 |
| Acidez | ASTM D664 | mgKOH/g | <0.05 |
| Ponto de fluxo, °C | ASTM D97 | °C | -18 |
| Ponto de inflamação, vaso fechado | ASTM D93 | °C | 255 |

Tabela 20 - Propriedades físicas do Produto E (lubrificante regenerado). *Fonte: Ficha técnica do Lubrificante Regenerado E.*

| | Norma | Valores Típicos | Unidades |
|-----------------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Aspeto | | Ambar | - |
| Densidade a 15°C | ASTM D-1298 | 0,89 | g/cm ³ |
| Viscosidade a 40°C | ASTM D-445 | 150 | cSt |
| Ponto de Inflamação | ASTM D-93 | 250 | °C |
| Índice de Viscosidade | ASTM D-2270 | 95 | - |
| Ponto de fluxo | ASTM D-97 | -12 | °C |

Impactes Ambientais

Este é o cenário onde o ciclo de vida do produto se torna sustentável à medida que o lubrificante regenerado vai sendo introduzido na lubrificação dos vários equipamentos industriais. Embora inicialmente se esteja a consumir um lubrificante com origem em recursos não renováveis, este será encaminhado para reciclagem e regeneração após uso, através de entidades licenciadas e certificadas para tal (SOGILUB).

Nas mudas seguintes, será sempre utilizado lubrificante regenerado, não havendo necessidade de utilizar lubrificante com origem em recursos não renováveis para todas as mudas.

Este lubrificante regenerado será igualmente reencaminhado para regeneração e reciclagem após uso.

Desta forma, fecha-se o ciclo de vida do produto, sendo todo ele sustentável.

Capacidade de Produção e Distribuição

Aproveitando as sinergias criadas pela excelente localização dos portos nacionais, um dos Major Players já tem estabelecida capacidade de produção em território nacional, o que confere a Portugal uma importância única na produção e distribuição deste tipo de produtos. Os restantes, suprimem as necessidades do mercado português com produtos fabricados no exterior.

No entanto, devido à relativa importância do mercado português, a satisfação da procura dos produtos lubrificantes menos comuns pode ser eventualmente comprometida, apesar de não serem conhecidas consequências impactantes no bom funcionamento da indústria nacional.

Atualmente, não existem em Portugal empresas produtoras de lubrificantes regenerados, existindo já capacidade de produção das bases regeneradas necessárias, bastando apenas implementação de uma linha de junção de aditivos às bases regeneradas para obtenção dos lubrificantes regenerados.

A distribuição destes produtos regenerados está, a ser assegurada por revendedores oficiais, com sede em Portugal, mantendo uma política de proximidade com o cliente, o que pode permitir valores de distribuição competitivos.

Reconhecimento da marca associadas no mercado deste sector

No caso dos Major Players a suas marcas são muito conhecidas e tem credibilidade no mercado nacional.

A nível dos lubrificantes regenerados as marcas que produzem e comercializam este tipo de produtos são mais reconhecidas internacionalmente. Existem diversos case studies que comprovam a fiabilidade do produto.

Distribuição de Documentação Legalmente Exigida

Quer recorrendo à compra de lubrificantes com origem em recursos não renováveis através dos Major Players, quer recorrendo à compra de lubrificantes regenerados, o cliente tem sempre a garantia de obtenção das fichas técnicas e fichas de dados de segurança atualizadas e em Português.

4. Discussão de resultados

É objeto desta tese a análise das potencialidades técnicas, económicas e ambientais da utilização de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional. Pretendeu-se ainda analisar e expor as potenciais mais-valias do desenvolvimento industrial e tecnológico neste sector, identificando as oportunidades no mercado nacional para a produção e exportação de óleo lubrificante regenerado.

Indo de encontro aos objetivos traçados foram propostos três cenários.

O **primeiro cenário** refere-se à utilização exclusiva de óleos lubrificantes novos, com origem em recursos não renováveis na indústria nacional; no **segundo cenário** simula-se a utilização exclusiva de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional e por fim, no **terceiro cenário** pretendeu-se testar a implementação faseada de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional.

Em todos, foram comparados indicadores como os custos, as garantias, impactes ambientais, a capacidade de produção e distribuição, o reconhecimento da marca no mercado e a disponibilização de fichas técnicas e fichas de dados de segurança em português. Estes indicadores foram analisados para cinco produtos reais, identificados de A a E.

De seguida faz-se uma análise dos pontos fortes e fracos de cada cenário por indicador.

Garantias

Pode afirmar-se que, nos três cenários em análise, as garantias de produto são idênticas, pois os seus fabricantes provam a qualidade tanto do lubrificante novo como do lubrificante regenerado, submetendo-os a análises laboratoriais cujos resultados, em relação às propriedades físicas, se revelam idênticos, como se pode comprovar por comparação de fichas técnicas de cada produto.

Além da garantia de produto, também o processo de fabrico está certificado, quer para empresas produtoras de óleos lubrificantes novos como de óleos lubrificantes regenerados.

Este indicador constitui assim um ponto forte em todos os cenários propostos.

Reconhecimento da marca no mercado

O cenário 1 corresponde ao paradigma atual, em que os equipamentos são lubrificados com recurso a óleos lubrificantes novos de produtores conceituados e enraizados no mercado e que, inclusivamente, deram o seu contributo para as especificações técnicas de lubrificação dos vários equipamentos e cujos lubrificantes são hoje em dia recomendados pelos fabricantes nos manuais dos equipamentos.

Já o cenário 2 não obtém vantagem em relação a este indicador. A substituição dos lubrificantes novos por lubrificantes regenerados não oferece ao cliente, no imediato, a confiança necessária para ser feita de forma total uma vez que o próprio lubrificante regenerado não é um produto com reconhecimento no mercado nacional atualmente. É necessário que a introdução destes lubrificantes regenerados seja feita de forma progressiva, começando-se com a substituição em equipamentos menos sensíveis e com menor impacto na produção, criando, deste modo, a confiança necessária, o que vai de encontro ao preconizado no cenário 3, tornando-o uma hipótese bastante viável para a mudança de paradigma da lubrificação de equipamentos e introduzindo novas marcas e produtores no mercado. Desta forma, promove-se a inovação e a competitividade no mercado.

Assim sendo, este indicador constitui um ponto fraco para o cenário 2 e um ponto forte para o cenário 3 e cenário 1.

Distribuição de Documentação Legalmente Exigida

Em todos os cenários os produtores disponibilizam fichas técnicas e fichas de dados de segurança em português juntamente com o fornecimento do produto, cumprindo, assim, o disposto na legislação nacional.

Este indicador constitui assim um ponto forte em todos os cenários propostos.

Capacidade de Produção e Distribuição

Aproveitando as sinergias criadas pela excelente localização dos portos nacionais, um Major Player já têm estabelecida capacidade de produção em território nacional, o que confere a Portugal uma importância única na produção e distribuição deste tipo de produtos. Os restantes, suprimem as necessidades do mercado português com produtos fabricados no exterior.

No entanto, devido à relativa importância do mercado português, a satisfação da procura dos produtos lubrificantes menos comuns pode ser eventualmente comprometida, apesar de não serem conhecidas consequências impactantes no bom funcionamento da indústria nacional.

Atualmente, não existem em Portugal empresas produtoras de lubrificantes regenerados, existindo já capacidade de produção das bases regeneradas necessárias. A distribuição destes produtos regenerados está, assim, a ser assegurada por revendedores oficiais, com sede em Portugal, mantendo uma política de proximidade com o cliente, o que pode permitir valores de distribuição competitivos.

Os três cenários em análise permitem suprimir, com sucesso semelhante, as necessidades da indústria nacional. No entanto, o cenário 3 é o que oferece maior possibilidade de investimento em novas tecnologias e unidades de produção, não só das bases regeneradas, como dos óleos lubrificantes regenerados.

Este indicador constitui assim um ponto forte em todos os cenários propostos sendo que o cenário que mais se destaca pela positiva é o cenário 3.

Impactes Ambientais

A regeneração permite poupar recursos naturais escassos como o petróleo (a partir do qual se produzem os óleos usados e os solventes) e constitui a solução ambientalmente mais correta, para os óleos usados, estando consagrada em legislação comunitária.

Sabendo que as reservas de petróleo são finitas, constituindo assim um recurso não renovável, regenerar significa poupar recursos. A regeneração evita não só a descarga ou a queima do óleo lubrificante usado, como também a extração de recursos não renováveis para a produção de óleo novo. Além disso óleos usados só se podem queimar uma vez, no entanto, podem ser regenerados várias vezes.

Como foi demonstrado nesta tese, os impactos ambientais desta tecnologia de regeneração são escassos, uma vez que o processo é físico: DESTILAÇÃO. Esta é uma tecnologia segura e moderna, e a maioria dos resíduos resultantes do processo tem valor económico ou tratamento adequado.

Outra vantagem é que a matéria-prima é mono-produto e bem conhecida, logo o risco do “desconhecido” não existe. A matéria-prima é aliás controlada e de qualidade garantida a montante por unidades intercalares de recolha, armazenagem e pré-tratamento. Os odores minimizados com tecnologia apropriada. Não emite ruído significativo. Efluentes e resíduos têm soluções de proximidade CIRVER, logo minimiza risco e custos ambientais do transporte.

Conclui-se assim que o cenário mais vantajoso quando a este indicador é o cenário 2, seguindo-se o cenário 3. Este indicador constitui no entanto claramente um ponto fraco para o cenário 1 no qual o produto usado tem como origem um recurso não renovável.

Custos

A tabela 21 resume os custos anuais e faz uma comparação dos vários cenários, mostrando as potenciais poupanças:

Tabela 21 - Resumo dos custos anuais nos três cenários propostos e comparação dos três cenários mostrando as potenciais poupanças.

| Produto | Quantidade gasta por ano | CENARIO 1 | CENÁRIO 2 | CENARIO 3 | CENARIO 1 vs 2 | CENARIO 1 vs 3 | CENARIO 2 vs 3 |
|--------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Custo anual | Custo anual | Custo anual | Poupança anual | Poupança anual | Poupança anual |
| Produto A | 312,00 L | 1.656,72 € | 546,00 € | 1.656,72 € | 1.110,72 € | 0,00 € | -1.110,72 € |
| Produto B | 28,80 L | 175,39 € | 75,46 € | 175,39 € | 99,93 € | 0,00 € | -99,93 € |
| Produto C | 480,00 L | 3.024,00 € | 883,20 € | 3.024,00 € | 2.140,80 € | 0,00 € | -2.140,80 € |
| Produto D | 102,00 L | 630,36 € | 125,46 € | 630,36 € | 504,90 € | 0,00 € | -504,90 € |
| Produto E | 27600,00 L | 115.368,00 € | 39.468,00 € | 50.908,00 € | 75.900,00 € | 64.460,00 € | -11.440,00 € |
| Total | | | | | 79.756,35 € | 64.460,00 € | -15.296,35 € |

Quando comparamos os cenários 2 e 3 com o primeiro cenário, é evidente que o cenário 2 apresenta maior potencial de poupança. A comparação entre os cenários 2 e 3 revela que, apesar de o cenário 3 fazer uso de óleos novos em 4 dos 5 produtos, este não é muito mais oneroso que o cenário 2.

Este indicador constitui assim um ponto forte para o cenário 2 e cenário 3 e um ponto fraco para o cenário 1 por este ser o mais oneroso de todos os cenários propostos.

Em suma a discussão de resultados pode resumir-se na tabela 22.

Tabela 22 - Matriz resumo da discussão de resultados para os três cenários

| | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Custos |  |  |  |
| Garantia |  |  |  |
| Impacte Ambiental |  |  |  |
| Produção e Distribuição |  |  |  |
| Reconhecimento da marca |  |  |  |
| Documentação |  |  |  |

Os critérios usados são baseados numa escala qualitativa e têm em conta a análise dos indicadores, feita neste capítulo de discussão de resultados.

Cada indicador é representado por uma simbologia gráfica própria que permite a sua distinção dos restantes.

A escala qualitativa que permite a interpretação da matriz resumo é:

Pouco satisfatório – 1 elemento

Satisfatório – 2 elementos

Muito satisfatório – 3 elementos

Em relação ao cenário 1 existem dois indicadores de avaliação pouco satisfatória, nomeadamente impactes ambientais e custos; um indicador de avaliação muito satisfatório que é o caso do reconhecimento da marca e três indicadores cuja avaliação é satisfatória, como garantias, documentação e produção e distribuição.

Em relação ao cenário 2 existe um indicador de avaliação pouco satisfatório, nomeadamente reconhecimento da marca; dois indicadores de avaliação muito satisfatório como é o caso dos custos e impactes ambientais e três indicadores cuja avaliação é satisfatória, como garantias, documentação e produção e distribuição.

No cenário 3 todos os indicadores obtiveram uma avaliação satisfatória.

5. Conclusão

É objeto desta tese a análise das potencialidades técnicas, económicas e ambientais da utilização de óleos lubrificantes regenerados na indústria nacional. Pretendeu-se ainda analisar e expor as potenciais mais-valias do desenvolvimento industrial e tecnológico neste sector, identificando as oportunidades no mercado nacional para a produção e exportação de óleo lubrificante regenerado.

Neste sentido foram propostos três cenários. Em todos, foram comparados indicadores como os custos, as garantias, impactes ambientais, a capacidade de produção e distribuição, o reconhecimento da marca no mercado e a disponibilização de fichas técnicas e fichas de dados de segurança em português para os mesmos produtos.

Após o desenvolvimento e análise dos cenários nos capítulos anteriores (capítulos 3 e 4 respetivamente), foram identificados claramente os pontos fortes e fracos de cada cenário.

Verificou-se assim, que tanto os produtores de lubrificantes novos com origem não renovável como os produtores de lubrificantes regenerados têm boa capacidade de produção e distribuição, oferecendo boas garantias e fornecendo sempre fichas técnicas e fichas de dados de segurança em português.

O cenário 1, correspondente ao paradigma da lubrificação industrial nacional. É claramente o mais oneroso e de maior impacte ambiental. No entanto, é também o que recorre exclusivamente a fornecedores de grande capacidade, e detém o maior reconhecimento e implementação no mercado.

O cenário 2 marca a rotura total com as práticas convencionais, ao promover a utilização exclusiva de lubrificantes regenerados. É, também, o cenário que promove a maior poupança económica e o menor impacte ambiental. Este cenário, tal e qual nos moldes que foi proposto, é, no contexto atual, de implementação altamente improvável, uma vez que os clientes não conhecem suficientemente bem os óleos regenerados, por ainda não estarem amplamente difundidos e testados.

A marcar a transição entre os cenários 1 e 2, surge o cenário 3. Aqui, a premissa é a substituição faseada dos lubrificantes novos com origem em recursos não renováveis por lubrificantes regenerados. A substituição ocorrerá primeiramente nos equipamentos menos sensíveis e impactantes na linha de produção, permitindo que o cliente conheça e avalie o desempenho do lubrificante regenerado permitindo criar a confiança necessária no produto para o implementar futuramente. Assim, previu-se a substituição do Produto E, de origem não renovável, pelo seu equivalente de origem regenerada, mantendo-se os restantes lubrificantes de origem não renovável.

Do ponto de vista económico, o cenário 3 permite uma poupança de cerca de 65000€ em relação ao cenário 1. Por sua vez o cenário 2 permite uma poupança de cerca de 80000€ em relação ao cenário 1. Assim, pode observar-se que os cenários 2 e 3 permitem obter uma poupança na mesma escala, sendo que o cenário 3 é mais fácil aplicação sem, no entanto, necessitar de uma mudança de carácter radical na atitude dos clientes.

O cenário 3 é também bastante coerente em todos os outros indicadores. As tecnologias instaladas atualmente, quer a nível nacional, quer a nível internacional garantem produto com boa qualidade, assim como fornecimento atempado do mesmo juntamente com as fichas técnicas e fichas de dados de segurança e ainda a capacidade de produção em quantidades ótimas para suprir necessidades dos clientes.

A nível ambiental, pelo facto de no cenário 3 se apresentar uma utilização quer de lubrificantes novos com origem em recursos não renováveis quer lubrificantes regenerados, o seu impacte é menor que o registado no cenário 1, mas superior ao impacte ambiental causado pelo cenário 2. Contudo, o intuito futuro da aplicação do cenário 3 é atingir o nível de impacte ambiental registado no cenário 2.

Em suma, podemos afirmar que o cenário 3 é aquele que constitui a opção mais razoável quer a nível económico, quer ao nível de implementação junto do cliente, das três opções apresentadas, correspondendo, assim, à forma mais lógica de mudança de paradigma.

Daqui se conclui que medidas adotadas com a finalidade de preservar o meio ambiente nem sempre são onerosas à empresa, pelo contrário, podem trazer benefícios económicos à instituição.

Esta opção permite que o futuro, possa justificar investimentos necessários para suprimir as necessidades dos mercados nacional e internacionais menos desenvolvidos neste sector de atividade, potenciando a expansão da tecnologia de regeneração de óleos usados e criando mesmo uma linha de produção dos lubrificantes regenerados não nos ficando apenas pela produção das bases regeneradas e colmatando um ponto fraco que constitui o facto de quem quiser adquirir estes produtos neste momento ter de importar, não contribuindo assim para o PIB nacional. Esta medida tem igualmente potencial para a criação de emprego com valor acrescentado. Pretende-se desta forma, tornar Portugal uma referência na produção e comercialização de óleos lubrificantes regenerados.

Esta opção vem ao encontro de Domínios Prioritários da Estratégia de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente, constituindo uma abordagem estratégica ao desenvolvimento económico e tecnológico potenciando exportações o desenvolvimento do País.

Através do cenário 3 demonstra-se que é possível combinar a inovação sustentável com a geração de riqueza e preservação ambiental, contribuindo para a criação de empresas ecoeficientes que conseguem manter ou aumentar os níveis de produção utilizando menos recursos, fazendo menos emissões e com menos desperdício, utilizando matéria-prima alternativa e tecnologias mais eficientes e limpas.

6. Bibliografia

- [1] Emery, A., Davis, A., Griffiths, A. e Williams, K. Environmental and economic modelling: A case study of municipal solid waste management scenarios in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*, **49**: 244–263. [2006];
- [2] Monier, V. e Labouze, E. *Critical review existing studies and life cycle analysis on the regeneration and incineration of waste oils: Final report*. Taylor Nelson Sofres Consulting e Bio Intelligence Service, [2001];
- [3] Department of the Army. U.S. Army Corps of Engineers – “*LUBRICANTS AND HYDRAULIC FLUIDS*.” Washington, DC 20314-1000 [1999];
- [4] DAVID S. J. “STAN” JONES and PETER R. PUJAD – “*Handbook of Petroleum Processing*.” [2006] ;
- [5] E. Richard Booser – “*CRC HANDBOOK of LUBRICATION (Theory and Practice of Tribology)*” Volume II.
- [6] A R Lansdown - *Lubrication and Lubricant Selection- A Practical Guide*, Third Edition [2004]
- [7] Fehrenbach, H. *Ecological and energetic assessment of re-refining used oils to base oils: Substitution of primarily produced base oils including semi-synthetic and synthetic compounds*. Commissioned by GEIR - Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération, [2005];
- [8] Afonso, Margarida; Fernandes, Maria Teresa; “*Qualidade e Ambiente em prestações de serviços de operação e manutenção*”, *Tecnologias do Ambiente*, **74**, 42-44. [2006];
- [9] Silva, Manuel Salgado; “*Orientações para a identificação e avaliação de aspectos ambientais*”; *Qualidade* [2006];
- [10] BP Castrol - Industrial Lubricants & Services; “*Lubrificantes e Lubrificação*”; Pegop [2012];
- [11] BP Statistical Review of World Energy; *Guide to Global Base Oil Refining from Lubes'n Greases*; [2012];
- [12] EPA – U.S. Environmental Protection Agency. *SITE Technology Capsule - Texaco Gasification Process*. EPA. Cincinnati, Ohio. [1995];

- [13] SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda. *Relatório de actividades*. Portugal. [2014];
- [14] SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda. *Relatório de actividades*. Portugal. [2013];
- [15] SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda. *Relatório de actividades*. Portugal. [2008];
- [16] SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda. *Relatório de actividades*. Portugal. [2007];
- [17] SOGILUB - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda.. *Unidade de regeneração de óleos usados em Portugal: Estudo de viabilidade técnico-económica*. Portugal. [2006];
- [18] Cossa, Fernando; Silveira; Agnaldo José - *“Regeneração de Óleo Lubrificante: Itaipu Binacional, Cuidando do Meio Ambiente e da Saúde Financeira”*;
- [19] Serra, Thiago Zampar; Cavalcanti, Eduardo José Cidade; Sihvenger, João Carlos; Mora, Nora Díaz - *“Análise comparativa do desempenho do óleo lubrificante tipo turbina antes e após regeneração”*,
- [20] Departamento de Engenharia Química - FCTUC – *“Regeneração de óleos usados em Portugal, Enviroil II”* – [2012];
- [21] Projeto CONUR - Workshop *“Os óleos lubrificantes do novo ao usado...do usado ao novo”*, FCTUC – Coimbra, [2015];
- [22] Apresentação SOGILUB - Workshop *“Os óleos lubrificantes do novo ao usado...do usado ao novo”*, FCTUC – Coimbra, [2015];
- [23] EC - European Commission. (2006). *Integrated pollution prevention and control - Reference document on Best Available Techniques for the waste treatments industries*;
- [24] EC - European Commission (2009a). *Waste*. Acedido em: 29 de Julho de 2015, em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/index.htm>;
- [25] EC - European Commission (2009b). *Waste. Waste Oils*. Acedido em: 29 de Julho de 2015, em: http://ec.europa.eu/environment/waste/oil_index.htm;

- [26] Alcobia, Betina – “*Desenvolvimento de um modelo conceptual para a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de tecnologias de tratamento e valorização de óleos usados*”, Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia na Universidade Nova de Lisboa; [2009];
- [27] Martins, A. C. C. – “*Análise das tecnologias de valorização e do Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados em Portugal*.” Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia Sanitária. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Monte da Caparica, 203 pp; [2009];
- [28] Pinto, Rita – “*Gestão do Risco de Preço dos Óleos Base com Futuros e Fowards Case Study: Negócio Lubrificantes Galp Energia*”. Tese de Mestrado em Finanças, Faculdade de Economia da Universidade do Porto. [2008];
- [29] Modulform – Formação Modular, IEFP.ISQ – Lubrificantes, [1998];
- [30] APETRO – Informação 13 Lubrificantes, [2011]
- [31] BM – Base Mestra, Lda, Formação - Lubrificação/Lubrificantes, [2013];
- [32] BP Castrol – Manual de Formação - Lubrificante/Lubrificação, [2012];
- [33] GEIR – Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération – “*The Re-refining Industry Section of UEIL - An Environmental Review of Waste Oils Regeneration. Why the Regeneration of Waste Oils Must Remain an EU Policy Priority*”, [2015];
- [34] DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia. Acedido em 12 de Março 2015, em http://www.apetro.pt/documentos/derivados_petroleo.pdf;
- [35] <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=120&sub2ref=125>
- [36] <http://www.lubrificantes.net/lub-004.htm>
- [37] <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/2204-lubrificantes-solidos-e-suas-vantagens/>
- [38] <http://www.galpennergia.com/PT/investidor/ConhecerGalpEnergia/Os-nossos-negocios/Refinacao-Distribuicao/ARL/Refinacao/RefinariaMatosinhos/Paginas/Refinaria-de-Matosinhos.aspx>